

**Die Produktionsanlagen
als Datum und Objekt
unternehmerischer Dispositionen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München**

**vorgelegt von
Dipl. Kfm. Waltraut Wehmeyer
1960**

**Die Produktionsanlagen
als Datum und Objekt
unternehmerischer Dispositionen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München**



**vorgelegt von
Dipl. Kfm. Waltraut Wehmeyer
1960**



Referent: Professor Dr. Edmund Heinen

Korreferent: Professor Dr. Guido Fischer

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Juli 1960
(Schlußberatung)

Inhaltsverzeichnis

	Seite:
A. Die grundlegende Konzeption	1
I. Die grundlegende Konzeption der Wirtschaftswissenschaft	1
1. Betriebswirtschaftslehre, eine angewandte Wissenschaft	1
2. Wirtschaften, eine Folge der Knappheit der Güter und der Unersättlichkeit der Bedürf- nisse	3
3. Das ökonomische Prinzip, die Maxime wirt- schaftlichen Handelns	3
II. Die grundlegende Konzeption der vorliegenden Arbeit	7
1. Das erwerbswirtschaftliche Prinzip als Maxime unternehmerischen Handelns	7
2. Rechenoperationen als Dispositionshilfen für den Unternehmer	8
3. Ökonomische Gesetze und Gesetzmäßigkeiten als Daten unternehmerischer Dispositionen	8
4. Gliederungskriterien	9
B. Begriffliche Klarstellungen und Erörterungen zum Problemkreis	11
I. Unternehmerische Dispositionen	11
1. Der Begriff "Disposition" in der Literatur	11
2. Wesen und Voraussetzung unternehmerischer Dispositionen	15
II. Die Produktionsanlagen	20
1. Die Produktionsanlagen als Kapitalinvestition	20
2. Die Produktionsanlagen als technische Konstruktion	26
3. Die Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß	30

C. Rechenmethoden als Grundlagen unternehmerischer Dispositionen	34
I. Grundsätzliche Erläuterungen	34
II. Die Investitionsrechnung als Einnahmen- und Ausgabenrechnung	48
1. Die interne Zinsfuß-Methode	49
2. Die Kapitalwert-Methode	52
3. Die Annuitäts-Methode	53
4. Die Investitionsreihen	55
5. Die Integralrechnung	55
III. Die Kosteneinflußgrößenrechnung	58
1. Die Physikalische und chemische Gesetze	60
2. Die Methode der kleinsten Quadrate	62
3. Das statistische Wahrscheinlichkeitsprinzip	63
IV. Linear Programming	65
D. Unternehmerische Dispositionen unter der Voraussetzung eines stationären Absatzmarktes für die Unternehmung	79
I. Die optimale Nutzung der Produktionsanlagen	80
II. Die Ersatzinvestition	90
1. Berechnung der Rentabilität einer neuen Anlage	90
a. Die Einnahmen	91
b. Die Ausgaben	96
c. Der Kalkulationszinsfuß	98
d. Die wirtschaftliche Lebensdauer	105
e. Das Ergebnis der Rechnung	110

Digitized by the Internet Archive
in 2026

	Seite:
2. Der Investitionsvergleich	111
a. Der Vergleich mit Hilfe der Kapitalwert-Methode	111
b. Das Restwert-Problem	116
c. Die Methode des "adverse minimum"	127
d. Die Dringlichkeitsmethode von Terborgh	142
E. Unternehmerische Dispositionen unter der Voraussetzung eines evolutorischen Absatzmarktes für die Unternehmung	159
I. Partielle Anpassung des Betriebes an die Absatzsituation	159
1. Anpassungsprozesse und Kostenverläufe	161
a. Das Ertragsgesetz und die Minimal-kostenkombination	161
b. Die intensitätsmäßige und die zeitliche Anpassung	175
2. Praktische Überlegungen bei der Ermittlung der Plankosten	189
II. Totale Anpassung des Betriebes an die Absatzsituation	197
1. Die mutative und die multiple Betriebsgrößenvariation	198
a. Die Betriebsgrößenvariation	198
b. Die optimale Betriebsgröße	200
2. Die Verfahrensvariation	203
a. Die Definition des Begriffes	203
b. Das Gesetz der Massenfabrikation von Bücher	205
3. Überlegungen und Rechnungen bei der Überprüfung von Investitionsvorhaben	209

4. Der Kapazitätserweiterungseffekt	215
a. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei Konstanz der technischen Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen	215
aa. Der Grundgedanke bei Polak	216
bb. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei linearer Abschreibungsmethode	217
cc. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei geometrisch degressiver Abschreibungsmethode	219
dd. Die Ermittlung der Gleichgewichtskapazität	220
b. Klärung des Kapazitätserweiterungseffektes durch kritische Prüfung der Prämissen des Modells und analytische Betrachtung der Abschreibungsquote	224
c. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei Abnahme der technischen Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen	230
aa. Ermittlung der Gleichgewichtskapazität	230
bb. Abschreibungsbemessung nach Maßgabe der Abnahme der Totalkapazität	231
d. Schlußbetrachtung	239
F. Unternehmerische Dispositionen bei unsicheren Erwartungen	244
G. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schluß	248
Literaturverzeichnis	

A. Die grundlegende Konzeption.

I. Die grundlegende Konzeption der Wirtschaftswissenschaft.

Die wissenschaftliche Erörterung eines Problems verlangt, daß man sich mit den Grundlagen und Zielsetzungen der Erkenntnislehre, in diesem Falle der Betriebswirtschaftslehre, näher auseinandersetzt, um dem Leser gegenüber eine klare und einheitliche Grundhaltung zu beziehen.

Es erscheint mir deshalb wichtig, kurz zu den rein methodologischen Problemen der Betriebswirtschaftslehre Stellung zu nehmen. Es würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, Meinungen und Äußerungen einzelner Autoren darzustellen und gegeneinander abzuwägen.¹⁾ Deshalb möchte ich mich darauf beschränken, kurz die Gedanken zu skizzieren, die Leitmotiv dieser Arbeit sein sollen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen "reiner" und "angewandter" Wissenschaft. Die reine Wissenschaft strebt nach der Erkenntnis des Seienden. Sie will sein Wesen, etwaige Gesetze oder Gesetzmäßigkeiten, die Zusammenhänge und Einflußfaktoren erkennen.

1) Folgende Autoren haben sich eingehend mit diesem Problem beschäftigt:
Schönpflug, Fritz, Betriebswirtschaftslehre, Methoden und Hauptströmungen. 2. erweiterte Auflage von "Das Methodenproblem in der Einzelwirtschaftslehre", Stuttgart 1954.
Völk, K., Ganzheitliche Wirtschaftswissenschaft, München 1950.
Teschemacher, Omar, Die Problematik der Betriebspolitik in der Betriebswirtschaftslehre, Diss. München 1954.
Moxter, Adolf, Methodologische Grundfragen der Betriebswirtschaftslehre, Köln und Opladen 1957.

Die praktische oder angewandte Wissenschaft beschränkt sich nicht auf die Erkenntnis des Seienden, sie will vielmehr neue Wege, Ziele und Mittel finden, um das Seiende zu formen. Da aber die Gestaltung grundsätzlich die Erkenntnis des Seienden voraussetzt, nämlich das Wissen um das So-sein und Warum-so-sein, kann auch eine angewandte Wissenschaft der theoretischen (reinen) Wissenschaft nicht entbehren.

Die Betriebswirtschaftslehre hat demnach zwei Zielsetzungen, einmal muß sie das Seiende erkennen, dann aber auch Wege und Mittel aufzeigen, um das Seiende zu gestalten, weiter und höher zu entwickeln, also dem Sein-Sollenden näher zu kommen und gleichzeitig das erstrebenswerte, ideale Sein-Sollen fixieren.

Viele Kontroversen und Mißverständnisse zwischen Fachwissenschaftlern sind einfach darauf zurückzuführen, daß sie sich über diese beiden möglichen und notwendigen Zielsetzungen der Betriebswirtschaftslehre, die stufenmäßig aufeinander folgen, nicht klar sind, bzw., daß sie verschiedenen Zielen zustreben, nämlich der Erkenntnis des Seienden oder der Erkenntnis des Sein-Sollenden. Es kann kein Zweifel bestehen, daß die Methoden und Ziele in jedem dieser beiden Fälle verschieden sind.

Die erarbeiteten Ergebnisse der Betriebswirtschaftslehre als angewandter Wissenschaft sollen letztlich dem Unternehmer als Grundlage seiner Entscheidungen dienen. Sie sollen ihm Hilfe und Rüstzeug bei seinen Dispositionen sein. Das kann aber kein Grund sein, bei der Erforschung des Seienden nicht einen hohen Abstraktionsgrad zu wählen. Um einzelne Zusammenhänge, Einflußfaktoren und Abhängigkeiten zu erkennen, wird das sogar eine unumgängliche Notwendigkeit sein. Welche Methode im einzelnen angewandt werden soll oder kann, richtet sich nach dem Erkenntnisziel und

Erkenntnisobjekt.

Aus der Eigenart der Betriebswirtschaftslehre als angewandter Wissenschaft folgt, daß neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der theoretischen Betriebswirtschaftslehre Anlaß sein sollten, sie auf ihre Bedeutung für die praktische Betriebswirtschaftslehre zu untersuchen und auszuwerten. In diesem Zusammenhang wird das Fehlen einer geschlossenen Dispositionslehre, in die neue Erkenntnisse, z.B. auf dem Gebiet der Kostentheorie, einzuarbeiten wären, als besonderer Mangel empfunden. Allerdings zeigen einige Beiträge ¹⁾ in den letzten Jahren, daß der Gedanke, eine systematische Dispositionslehre zu schaffen, immer mehr an Aktualität gewinnt.

Nachdem die Zielsetzungen und Aufgaben der Betriebswirtschaftslehre herausgestellt sind, gilt es, ihr System zu erörtern.

Die Ursache und Notwendigkeit allen Wirtschaftens ist die Knappheit der Güter und die Unersättlichkeit der Bedürfnisse. Daraus folgt das allgemeine ökonomische Prinzip, auch Bedarfsdeckungsprinzip genannt, das in zwei Formulierungen gefaßt werden kann:

1. Wirtschaften ist Handeln nach dem Grundsatz, mit gegebenem Gütervorrat eine höchstmögliche Bedürfnisbefriedigung zu schaffen (Maximalprinzip)
2. Wirtschaften ist Handeln nach dem Grundsatz, mit geringstmöglichem Gütervorrat einen bestimmten gesetzten Erfolg zu erzielen. (Minimalprinzip)

1) z.B. Sandig, Curt, Die Führung des Betriebes, Betriebswirtschaftspolitik, Stuttgart 1953. Mellerowicz, K., Ausbau der Betriebswirtschaftslehre durch Entwicklung einer wissenschaftlichen Betriebspolitik, Der Betrieb 1951 S. 1 ff

Theoretisch sind mehrere Ordnungssysteme denkbar, bei denen unter jeweils verschiedenen Gesichtspunkten, eine Verteilung der vorhandenen Güter auf die Wirtschaftssubjekte erfolgt. Es besteht einmal die Möglichkeit, daß der Staat die Gesamtplanung übernimmt und Produktion und Verteilung regelt; andererseits kann sich aber auch die Gesamtplanung aus der Summe der Einzelplanungen der Wirtschaftssubjekte ergeben.

Soll jedoch der Staat nicht die allgemeine Wirtschaftslenkung übernehmen, sondern die Koordination der Einzelpläne automatisch erfolgen - wobei als übergeordnetes Ziel ein möglichst großes Sozialprodukt und ein hoher Lebensstandard angestrebt werden -, dann müssen solche Wirtschaftsordnungen auf bestimmten Handlungsmaximen der einzelnen Wirtschaftssubjekte aufbauen, die in diese Richtung wirken. Das liberalistische Ordnungssystem beruht auf der Voraussetzung, daß jeder Mensch - sei es als Unternehmer oder Konsument - in bezug auf seine Person bestrebt ist, nach dem ökonomischen Prinzip zu handeln. Das äußert sich auf der Angebotsseite in der Form des erwerbswirtschaftlichen Prinzips (Einnahmenmaximierung - Ausgabenminimierung) und auf der Nachfrageseite in der Form der Gossenschen Gesetze (Nutzenmaximierung - Ausgabenminimierung).

Als Regulative für eine Wirtschaftsordnung lassen sich darauf die Prinzipien der freien Konkurrenz und des Preismechanismus ¹⁾ aufbauen. Die Vorteile dieser Wirtschaftsordnung beruhen vor allem darauf, daß sie die einzelnen Wirtschaftssubjekte zu Aktivität und hohem Arbeitseinsatz anspornt. Ihr Nachteil besteht

1) Cassel, G. Theoretische Sozialökonomie,
5. Aufl. 1932

darin, daß die gesamtwirtschaftliche Forderung nach größtmöglicher Befriedigung der Bedürfnisse, und zwar in der Weise, daß die Bedürfnisse mit der größten Intensität zuerst berücksichtigt werden, nicht erfüllt wird. Diese letzte Forderung hat ihre Begründung im ethischen Bereich und entspringt sozialem Gedankengut. Sie ist dem liberalistischen Ordnungssystem nicht immanent. In diesem System entscheidet nicht allein die Intensität des Bedürfnisses, sondern die Fähigkeit und die sich daraus ergebende Bereitschaft, einen gewissen Preis für ein Gut zu zahlen. Diese Bereitschaft findet ihren Ausdruck in der am Markt wirkenden Nachfrage, die dem Unternehmer im Vergleich mit seinen Kosten einen Anreiz zur Produktion gibt durch die erwartete Gewinnquote. Das reine Gewinnstreben der Unternehmer muß aber nicht notwendigerweise dazu führen, daß genau die Produkte hergestellt werden, für die die Intensität der Bedürfnisse am größten ist, denn trotz gleicher Intensität des Bedürfnisses sind die Bezieher verschieden hohen Einkommen nicht in der Lage, den gleichen Preis zu zahlen.

Dieser Nachteil hat zur Konzeption der sozialen Marktwirtschaft geführt, bei der der Staat ermächtigt ist, durch Eingriffe in sozialer Hinsicht korrigierend zu wirken, ohne daß die Regulative der Wirtschaftsordnung aufgehoben werden und das erwerbswirtschaftliche Prinzip als Maxime unternehmerischer Tätigkeit fortfällt.

Galbraith ¹⁾ hat neuerdings die Frage aufgeworfen, inwieweit in reichen Ländern mit steigendem Wohlstand dem Unternehmer noch die Aufgabe zukommt, Bedürfnisse zu decken. Es ist nicht zu leugnen, daß für viele

1) Galbraith, John, Kenneth, Gesellschaft im Überfluß, (The Affluent Society) München-Zürich 1958.

Produkte gar kein Bedarf vorliegt und somit das Streben der Unternehmer oftmals auf die Bedarfsweckung gerichtet ist, statt auf die Bedarfsdeckung. Das ändert jedoch nichts an der Feststellung, daß innerhalb des bestehenden Wirtschaftssystems das erwerbswirtschaftliche Prinzip als Richtschnur für das unternehmerische Handeln angesehen werden muß.

Selbstverständlich können auch andere Verhaltensweisen der Wirtschaftssubjekte einer Wirtschaftstheorie zugrundegelegt werden ¹⁾. Im Rahmen dieser Arbeit soll jedoch davon ausgegangen werden, daß der Unternehmer nach der Gewinnmaximierung strebt und bei seinen Entscheidungen sich an dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip orientiert.

In der Literatur wird oft noch das ökonomische Prinzip im Sinne eines allgemeinen Bedarfsdeckungsprinzips als Richtschnur unternehmerischer Dispositionen genannt. Diese Ansicht muß jedoch hier abgelehnt werden. Der Unternehmer übernimmt zwar in der Volkswirtschaft die Funktion der Bedarfsdeckung, ohne dabei jedoch nach dem allgemeinen ökonomischen Prinzip zu handeln, wie es auf Seite 3 formuliert wurde. Er produziert nicht, um einen Bedarf zu decken, sondern um Gewinn zu erzielen. Daraus folgt gleichzeitig, daß das Wirtschaftlichkeitsprinzip als die betriebswirtschaftliche Form des allgemeinen ökonomischen Prinzips nicht die Maxime unternehmerischen Handelns sein kann, bzw. nur dann ist, wenn es mit dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip in Einklang steht. Das Wirtschaftlichkeitsprinzip verlangt nämlich, daß der Unternehmer seine Produktion nach Art und Umfang an den Bedürfnissen der Wirtschaftssubjekte ausrichtet und

1) Mit der Theorie der Verhaltensweisen beschäftigt sich sehr eingehend ein großer Teil der amerikanischen Literatur.

sie dann mit den geringstmöglichen Kosten erstellt ¹⁾. Gelingt es dem Unternehmer, seine Kosten zu senken, so erhöht sich sein Gewinn und gleichzeitig erfolgt seine Leistungserstellung wirtschaftlicher. Wirtschaftlichkeitsprinzip und erwerbswirtschaftliches Prinzip wirken in die gleiche Richtung. Andererseits wird der Unternehmer aber sein Produktionsprogramm nicht an den Bedürfnissen der Konsumenten, sondern an der Nachfrage ausrichten, da sein Gewinn lediglich von der Nachfrage abhängig ist. Wirtschaftlichkeitsprinzip und erwerbswirtschaftliches Prinzip wirken in diesem Fall in verschiedene Richtungen.

II. Die grundlegende Konzeption der vorliegenden Arbeit.

1. Das erwerbswirtschaftliche Prinzip als Handlungsmaxime des Unternehmers ist als eine subjektive Form des allgemeinen ökonomischen Prinzips anzusehen und kann genau wie das allgemeine ökonomische Prinzip in zwei Formulierungen gefaßt werden:

- 1) Wirtschaften ist Handeln nach dem Grundsatz, mit gegebenen Faktoreinsatzkosten das gewinnmaximale Produktionsprogramm zu verwirklichen.
- 2) Wirtschaften ist Handeln nach dem Grundsatz, mit geringstmöglichen Faktoreinsatzkosten ein bestimmtes, gesetztes Produktionsprogramm zu verwirklichen.

1) Es zeigt sich bei dem Durchdenken einzelner Probleme immer wieder, daß Volkswirtschaft und Betriebswirtschaft als völlig wertfreie Wissenschaften nicht existieren können, worauf Nicklisch und in weniger ausgeprägter Form auch Schmalenbach hingewiesen haben, während von vielen anderen eine wertfreie Wissenschaft gefordert wurde und wird.

Will man das hier angeschnittene Problem einmal mehr unter betriebspolitischen Gesichtspunkten betrachten, dann muß man von folgenden Überlegungen ausgehen: In der Marktform der vollständigen Konkurrenz bestimmen Angebot und Nachfrage den Preis; andererseits beeinflußt aber auch der Preis das Angebot und die Nachfrage, indem er Unternehmer anlockt, Konkurrenzbetriebe aufzumachen, die Konsumenten veranlaßt, zu Substitutionsprodukten überzugehen, und die bestehenden Unternehmen ermutigt, Erweiterungsinvestitionen vorzunehmen bzw. davon Abstand zu nehmen.

Unter diesem Gesichtspunkt hat der Unternehmer zwei grundsätzliche Möglichkeiten, seinen Gewinn zu erhöhen, nämlich einmal durch die Beeinflussung der Nachfragekurve und zum anderen durch die Änderung seiner Angebotskurve in Zusammenhang mit der Beeinflussung seiner Kosten; oder anders ausgedrückt, durch Maßnahmen, die nach außen gerichtet sind, also den Markt betreffen, und durch Maßnahmen, die nach innen gerichtet sind, also den Betrieb betreffen. Je wirkungsvoller die Dispositionen des Unternehmers nach beiden Seiten hin sind, desto größer wird sein Gewinn sein.

2. Wenn der Unternehmer weiß, daß sowohl eine günstigere Gestaltung seiner Kosten, als auch seines Fertigungsprogrammes zur Gewinnerhöhung führen können, wird er nach Dispositionshilfen suchen, die ihm Aufschluß geben können, wie weit er von der gewinnmaximalen Produktion entfernt ist, wie er die gewinnmaximale Produktion verwirklichen kann und wie sich die einzelnen Dispositionen in dieser Richtung auswirken.

3. Weiterhin ist zu untersuchen, ob es gewisse Gesetze oder Gesetzmäßigkeiten gibt, die der Unternehmer zu beachten hat. In erster Linie ist in diesem Zusammenhang nach einem ökonomischen Kombinationsgesetz zu

suchen, außerdem die Frage nach der optimalen Betriebsgröße zu beantworten und der Kapazitätserweiterungseffekt unter betriebspolitischen Gesichtspunkten zu betrachten.

4. Bevor die Rechenmethoden näher erläutert werden, die dem Unternehmer als Dispositionshilfen dienen können, ist es erforderlich, das Wesen der Produktionsanlagen, die im Mittelpunkt der Arbeit stehen, herauszuarbeiten. Die richtigen Rechenmethoden sind nämlich eng mit dem Wesen der Produktionsanlagen verknüpft, wobei zu beachten ist, daß die Auswahl der Rechenmethoden der Themastellung unterzuordnen ist.

Um den betriebspolitischen Aspekt, unter dem diese Arbeit steht, besonders zu betonen, soll versucht werden, Modelle zu entwickeln, aus ihnen die Fragestellungen abzuleiten und Lösungshinweise zu geben. Der Ausgangspunkt für den ersten Modellfall ist ein bestimmter gegebener Betrieb. Der Unternehmer erwartet für die absehbare Zukunft keine Datenänderungen im Bereich des Absatzes. Es besteht für ihn kein Anlaß, seine Kapazität zu verringern oder zu vergrößern. Eine Beeinflussung seines Gewinnes ist demnach nur möglich durch eine Senkung der Kosten.

Hebt man von diesem Modell eine Prämisse teilweise auf, indem man kurzfristige Absatzschwankungen zuläßt, dann hat der Unternehmer zusätzlich das Problem der optimalen Anpassung an Absatzschwankungen zu lösen. Bei kurzfristigen Schwankungen können dabei die Betriebsgröße und das Fertigungsverfahren weiterhin als konstant vorausgesetzt werden.

Erst im dritten Modellfall werden auch diese Daten aufgehoben und mutative Betriebsgrößen- und Verfahrensvariationen behandelt.

Selbstverständlich stehen die drei Modellfälle nicht losgelöst und gleichberechtigt nebeneinander. Vielmehr soll der rein stationäre Charakter des ersten Modells langsam aufgelockert werden, indem nacheinander kurzfristige Absatzschwankungen und mutative Änderungen Berücksichtigung finden.

Alle Begriffe und Einteilungskriterien sind dabei eindeutig dem Thema der Arbeit untergeordnet worden. Vom konventionellen Standpunkt der reinen Theorie mag der eine oder andere Begriff bzw. die eine oder andere Formulierung angreifbar erscheinen. Da aber in der Betriebswirtschaftslehre eine Trennung in Theorie und Politik bisher nicht exakt durchgeführt worden ist, wie etwa in der Volkswirtschaftslehre, und damit eine allgemeine grundlegende Konzeption der Politik fehlt, erheben sich keine Bedenken dagegen, das Thema nach individuellen Gesichtspunkten zu behandeln.

B. Begriffliche Klarstellungen und Erörterungen zum Problemkreis.

I. Unternehmerische Dispositionen.

1. Der Begriff "Disposition" in der Literatur.

Der Begriff Disposition wird leider, wie so viele andere Begriffe in unserem Fachgebiet, nicht einheitlich definiert. Hennig setzt den Begriff "Disponieren" in Gegensatz zum "Organisieren". Er schreibt: "Im Rahmen der organisatorischen Regelung sind nun Einzelregelungen zu treffen. Dies wird "disponieren" genannt, wogegen "organisieren" die Schaffung allgemein gültiger Regelungen bedeutet". ¹⁾ Eine ähnliche Bedeutung legt auch Zachert diesem Begriff bei: "Betriebsdisposition ist das auf den Augenblick abgestellte leitende und regelnde Eingreifen in den Betriebsablauf als Folge kurzfristiger Änderungen der Marktlage und Betriebsgebarung. Sie setzt eine auf den Betriebszweck ausgerichtete rationale Organisation voraus. Dreierlei ist für die Betriebsdisposition wesentlich: Planung, Kompetenz- und Verantwortungsteilung im Betrieb, Marktanalyse und Marktbeobachtung. ... Während die Planung das Betriebsziel festlegt und Methoden und Maßnahmen für die Durchführung der Betriebsaufgabe angibt, also den Betrieb an die allgemeine Marktlage kurzfristig anzupassen versucht, muß die Betriebsdisposition Situationsveränderungen im Rahmen der Gesamtplanung und damit zur Wahrung höchster Wirtschaftlichkeit im Betrieb auffangen und zu betriebswirtschaftlich rationalen Handlungen veranlassen. Das Ziel der Planung darf durch die Betriebsdisposition weder im Ganzen

1) Hennig, K.W., Betriebliche Organisationslehre, 2. Aufl. Berlin - Göttingen - Heidelberg S. 16.

noch in Einzelheiten verändert werden ... Die Betriebsplanung gehört immer zu den Unternehmerfunktionen ... Die Disposition dagegen gehört nicht zu den typischen Unternehmerfunktionen". ¹⁾

Bender ²⁾ hält zwar die Auslegung des Begriffes Disposition bei Zachert für zu eng, schließt sich im wesentlichen aber seinen Ausführungen doch an, wenn er sagt: "Bei der Betriebsdisposition handelt es sich um im allgemeinen kurzfristige Maßnahmen, durch die im Rahmen der Organisation und Planung Einzelregelungen getroffen werden". Schäfer führt dazu aus: "Es gibt Maßnahmen, durch welche die Struktur des Betriebes und seines Marktes geändert werden soll, z.B.: Herstellung eines neuen Artikels, Übergang zu einer anderen Vertriebsweise, Maßnahmen also, die zu dauernden Veränderungen führen; wir zählen sie daher zur langfristigen Unternehmenspolitik. Man kann sie auch als organisierende Maßnahmen bezeichnen. Ihnen stehen die täglichen Maßnahmen der kurzfristigen Unternehmenspolitik gegenüber, die es nicht auf die Unternehmensstruktur abgesehen haben, sondern lediglich auf den Betriebsablauf, auf die Dynamik des Betriebslebens, z.B. Preisermäßigungen zur Aufrechterhaltung eines gewissen Beschäftigungsminimums, Entscheidungen über Menge und Zeitpunkt des Einkaufs der Rohstoffe, Saisonrabatte usw. In der Praxis spricht man hier meist vom Disponieren". ³⁾

1) Zachert, H.K., Betriebsdisposition, Neue Betriebswirtschaft 1950 S. 57 f.

2) Bender, K., Pretiale Betriebslenkung, Essen 1951 S. 80.

3) Schäfer, E., Grundlagen der Marktforschung, 3. Aufl. Köln und Opladen 1953 S. 18 f.

Diesen bisher zitierten Auffassungen steht nun eine andere Richtung gegenüber, die den Dispositionsbegriff umfassender sieht und ihm eine zentrale Bedeutung im System der Betriebswirtschaftslehre einräumt. So schreibt z.B. Abromeit ¹⁾ "Die Arbeit des Betriebes vollzieht sich in einer ständigen Aufeinanderfolge von Disposition, Ausführung und Kontrolle. Die Disposition weist dem Betriebsprozeß die Richtung; die Ausführung setzt die Dispositionen in die Realität um; die Kontrolle offenbart die Mängel früherer Dispositionen und die Fehler bei ihrer Ausführung. Sie bildet damit den Ausgangspunkt neuer Dispositionen. Disposition ist also die zielsetzende Tätigkeit, das "pushing" im Betriebe. Sie ist Quelle der Dynamik und des Fortschrittes, des Wachstums und des Rückganges. In ihrer wissenschaftlichen Form, als Dispositionslehre, beansprucht sie das Hauptinteresse der Betriebswirtschaftslehre als angewandter Wissenschaft. ... Die Geschäftsleitung ist die Dispositionszentrale des Betriebes. Ihre Aufgabe ist es, eine tragende, zum Erfolg führende betriebspolitische Konzeption zu entwickeln, an der sich die nachgeordneten Instanzen bei der Lösung der täglich anfallenden einzelnen Dispositionsfälle ausrichten können. Legt die Geschäftsleitung eine solche Grundrichtung der Betriebsentwicklung fest, dann werden die Entscheidungen aller einzelnen nachgeordneten Disponenten in Einkauf, Produktion, Finanz, Vertrieb usw. automatisch auf einen Nenner gebracht".

"Die meisten Dispositionen zielen nicht unmittelbar auf die Gestaltung des Gesamtbetriebes hin. Sie beziehen sich vielmehr auf Einzelphasen des betrieblichen geschehens: Die Finanzierung eines großen Einkaufes, die Annahme oder Ablehnung eines Auftrages, die Einräu-

1) Abromeit, H.G., Das Rechnungswesen als Grundlage der Betriebspolitik, ZfB 1953, S. 305.

mung eines Rabatte's an besonders gute Kunden, die Aufnahme eines neuen Produktes in das Produktionsprogramm usw. Nur wenige Dispositionen sind an sich so bedeutsam, daß sie den Gesamtbetrieb in allen seinen Bereichen unmittelbar und grundlegend beeinflussen, so etwa der Entschluß zur Fusion oder Liquidation". ¹⁾

In seiner Dissertation schreibt Abromeit: "Disponieren bedeutet verfügen. Im Wirtschaftsbetrieb disponiert man z.B. über Material, Kapital, Arbeitskräfte usw. Die Tätigkeit, die sich mit der Verfügung über die knappen Güter befaßt, heißt demgemäß dispositive Tätigkeit gegenüber der ausführenden Tätigkeit. Die Gesamtheit der verfügenden Maßnahmen über Wirtschaftsgüter bezeichnet man als Disposition". ²⁾ Mellerowicz charakterisiert den Begriff Disponieren kurz als "Vergleichen, Wählen und Entscheiden auf rechnerischer Grundlage und mit dem Wissen um die wirtschaftlichen Zusammenhänge". ³⁾

Diese Deutung des Begriffes kann man in ähnlicher Form auch Gutenberg ⁴⁾ zuschreiben. Ohne daß er m.W. eine Definition des Begriffes Disposition oder Disponieren gibt, folgt doch aus seinen Ausführungen über den dispositiven Faktor ganz klar seine Konzeption. Die Auf-

1) Abromeit, H.G., Das Rechnungswesen als Grundlage der Betriebspolitik, ZfB 1953 S. 305.

2) Abromeit, H.G., Betriebliche Disposition - eine Wertungsfrage dargestellt unter besonderer Berücksichtigung des Industriebetriebes. Diss. TU. Berlin 1950.

3) Mellerowicz, K., Ausbau der Betriebswirtschaftslehre durch Entwicklung einer wissenschaftlichen Betriebspolitik. Der Betrieb 1951 S. 3.

4) Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1 Die Produktion 4. Aufl. 1958.

gabe des dispositiven Faktors ist die optimale Kombination der Elementarfaktoren, er ist "die eigentlich bewegende Kraft des Betriebsprozesses". Gutenberg unterscheidet drei Schichten, in denen die produktive Wirkung dieses Faktors beruht: die irrationale Schicht, die rationale Schicht und die gestaltend - vollziehende Schicht. Danach setzt richtiges Disponieren im Sinne von Gutenberg die Fähigkeit voraus, ein Problem zu erkennen, systematisch vorauszudenken (Planung) und die Entscheidungen auch durchzuführen (Organisation).

Zusammenfassend kann also gesagt werden:

Unternehmerische Dispositionen sind alle Entscheidungen, die ein Unternehmer im Rahmen der Führung seines Unternehmens trifft. Dabei wird in dieser Arbeit vorausgesetzt, daß der Unternehmer unter Beachtung der gegebenen Datenkonstellation sich am erwerbswirtschaftlichen Prinzip orientiert, d.h. versucht, seine Dispositionen so zu treffen, daß er das gewinnmaximale Fertigungsprogramm mit minimalen Kosten erstellt.

2. Wesen und Voraussetzungen unternehmerischer Dispositionen.

Aufgabe dieser Arbeit ist es, dem Unternehmer Hilfsmittel zu zeigen, die es ihm ermöglichen, seine Entscheidungen aufgrund rationaler Überlegungen zu fällen.

Selbstverständlich basiert jede Entscheidung nicht nur auf rationalen, sondern auch auf irrationalen Momenten, jedoch sollte man sich darüber klar sein, daß die Unternehmensführung großer Betriebe auf eine rationale Planungsarbeit als Vorstufe unternehmerischer Dispositionen nicht verzichten kann. Teilt man die Aufgaben eines Unternehmers in zwei Gruppen, so kann man sagen, daß der Unternehmer erstens seinen Blick auf die optimale Gestaltung des Seienden zu richten hat und daß es zweitens sein Ziel sein muß, den Betrieb immer wieder

an die veränderte Datenkonstellation des Marktes anzupassen. Unter diesen Gesichtspunkten muß die gesamte Planungsarbeit im Betrieb stehen. "Man muß dabei grundsätzlich im Auge behalten, daß Planung ihrer Natur nach nicht nur ein rezeptiver Akt ist, der sich in einer oft wuchernden Fülle von Tabellen-, Formular- und Zahlenwerk erschöpft. Die Planung kann deshalb auch niemals Sache von untergeordneten Instanzen sein. Vielmehr bedeutet Planung ein Höchstmaß an Aktivität. Damit ist sie Sache der Betriebsleitung. Das gilt sowohl für die kurzfristige wie die langfristige Planung. Kurzfristig orientiert sich zwar die Planung an dem schwächsten Planungsbereich, und dieser Teilbereich macht selbstverständlich sein Gewicht im Gesamtzusammenhang der Generalplanung spürbar. Aber das bedeutet nicht, daß die Geschäftsleitung nicht auf diesem schwächsten betrieblichen Teilbereich aktiv Einfluß nehmen könnte. Diese Aktivität, d.h. die aktive Gestaltung des Betriebsgeschehens durch die Planung, und zwar sowohl für kurzfristige wie für langfristige Betriebsvorhaben, ist ein Wesensmerkmal der Planung schlechthin". ¹⁾

Da unerwartete plötzliche Datenänderungen die Harmonie des Betriebsablaufes stören und zu Disproportionierungen im Betrieb führen, ist jeder Unternehmer bestrebt, diesen Schwierigkeiten aus dem Weg zu gehen

1) Gutenberg, E., Planung im Betrieb, ZfB 1952
S. 675.

durch eine langfristige ¹⁾ Planung. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß langsame, stetige Anpassung weniger störend und weniger reibungsvoll vor sich geht als unvorbereitete, tiefere Eingriffe in das Betriebsgeschehen, in den Betriebsablauf.

Keine Planung kann alle Möglichkeiten einschließen und zukünftige Ereignisse voraussehen. Trotzdem kann der moderne Unternehmer auf eine langfristige Planung nicht verzichten, zumal die rational erfaßbaren Daten immer zahlreicher werden. Das heutige wissenschaftliche Instrumentarium gibt dem Unternehmer in viel größerem Maße als früher die Möglichkeit, Trends und damit auch die zukünftigen Absatzchancen der Unternehmung zu erkennen, d.h., er ist in der Lage, zukünftige Ziele zu fixieren und Maßnahmen zu ergreifen, um diese Ziele zu verwirklichen. Vorbedingung der Planung ist außer einer vollständigen Auswertung aller Quellen zur Erfassung des Zukünftigen, wiederum die Kenntnis des Seienden. Alle Daten, die die Grundlage eines Planes darstellen, sind daraufhin zu untersuchen, inwieweit sie vom Be-

1) Die Begriffe "langfristig" und "kurzfristig" sollen hier in ihrer ursprünglichen Bedeutung als Zeitbegriffe Verwendung finden. Sie sind nicht zu verwechseln mit den Begriffen "long-run" und "short-run" im Sinne von Marshall, die bekanntlich den Zeitfaktor ausschalten und nur auf das Unterscheidungskriterium einer vollständigen oder partiellen Anpassung aller Produktionsfaktoren abgestellt sind. Im Rahmen dieser Arbeit sollen deshalb die Begriffe "langfristig", "kurzfristig", "partielle" und "totale Anpassung" Verwendung finden. Immer dann, wenn der Unternehmer nur eine kurzfristige Datenänderung erwartet oder Engpässe für ihn bestehen, z.B. im Finanzierungssektor, wird er sich partiell anpassen, während er bei seiner Erwartung nach dauernden, langfristigen Änderungen, z.B. Nachfrageverschiebungen durch technische Erfindungen und Verbesserungen, sich total anpassen wird. Je weiter im voraus diese totale Anpassung geplant ist, desto reibungsloser und harmonischer können Durchführung und Ablauf sein.

trieb beeinflussbar sind. So kann z.B. der Unternehmer seinen Absatz steigern durch Einsatz des absatzpolitischen Instrumentariums, ¹⁾ wohingegen politische Entwicklungen, Bevölkerungswachstum, voraussichtliche Änderungen der Besteuerungen ²⁾ usw. für den einzelnen Betrieb ein Datum darstellen.

Aber nicht nur im außerbetrieblichen Bereich gibt es unbeeinflussbare bzw. schwer beeinflussbare Daten für den Betrieb. Auch die technischen Eigenschaften seiner Aggregate und vertragliche Vereinbarungen, wie Tarifverträge und langfristige Lieferungsverträge, stellen Daten für einen Betrieb dar.

Jeder endgültigen Aufstellung eines Planes geht demnach das Vergleichen und Wählen voraus. Eine Planung ist immer nur sinnvoll, wenn wenigstens zwei Möglichkeiten vorhanden sind. Oft handelt es sich im wirtschaftlichen Bereich aber nicht nur um ein Vergleichen und Wählen zwischen zwei Möglichkeiten, sondern zwischen sehr vielen. Rentabilitätsberechnungen müssen in diesem Fall zur Klarheit beitragen und dem Unternehmer die Entscheidungen erleichtern. Selbstverständlich können die Ergebnisse dieser Berechnungen nicht allein ausschlaggebend für die Entscheidung sein, denn die Ausgangsbasis bilden Zahlen, denen aufgrund ihres Zukunftscharakters eine erhebliche Unsicherheit anhaftet. Und trotzdem sind diese Rechnungen notwendig und nützlich, denn die Anforderungen an die Unternehmungsführung großer Betriebe, sind nicht mit den Aufgaben eines Handwerksmeisters zu vergleichen. Die Materie ist zu kompliziert und vor allem zu umfangreich, als daß weit-

1) Gutenberg, E., Die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2, Der Absatz.

2) Mellerowicz, K., Kosten und Kostenrechnung, Bd. II 2, 2. u. 3. Aufl. Berlin 1958, S. 477.

reichende Entscheidungen nur aus dem Fingerspitzengefühl heraus getroffen werden könnten.

Ist nun ein Plan, der Grundlage der unternehmerischen Entscheidungen sein soll, nach den verschiedenen Berechnungen und Überlegungen aufgestellt worden, so müssen die zugrundegelegten Daten ständig beobachtet und überwacht werden. Es ist kaum anzunehmen, daß alle zukünftigen Erwartungen des Unternehmers, die in dem aufgestellten Plan ihren Ausdruck gefunden haben, sich als richtig erweisen. Bei Abweichungen ist der Plan zu revidieren bzw. ein ganz neuer Plan aufzustellen.

Zusammenfassend muß also festgestellt werden: Jede unternehmerische Disposition wirkt sich nicht nur auf die Gegenwart, sondern auch auf die Zukunft aus. Die weittragende Bedeutung einzelner Entscheidungen fordert deshalb, nach möglichst objektiven Maßstäben zu urteilen und das Risiko falscher Entscheidungen soweit wie möglich auszuschalten. Das geschieht durch eine rationelle Planungsarbeit in der Unternehmung, die bestrebt sein muß, alle Einflußfaktoren ihrer Bedeutung entsprechend zu erfassen und weitgehend zahlenmäßig darzustellen.¹⁾ Das erarbeitete Zahlenmaterial

1) Daß diese Planungsarbeit nicht die ihr gebührende Stellung im Betrieb einnimmt im Vergleich zur Kostenrechnung, bringt u.a. neben Bredt auch Waelchli zum Ausdruck. "Obwohl das Hauptaugenmerk der Unternehmungsführung selbstverständlich in der Zukunft liegen muß und die Vergangenheit nur von zweifelhaftem oder doch zum mindesten beschränktem Werte ist, muß jedem aufmerksamen Beobachter die Akribie in der Erfassung der historischen Vorgänge in der Unternehmung auffallen, wenn sie in Vergleich gesetzt wird mit den Methoden der überschlägigen und rohen Schätzungen, welche angewendet werden, sobald es sich um eine Planung oder Vorschau in die Zukunft handelt". Waelchli, J., Integrierte Datenverarbeitung im Dienste der Unternehmungsführung. In: Aktuelle Fragen der Unternehmung, Gedenkschrift für Alfred Walther, Herausgeber H. Ulrich u. F. Trechsel, Bern 1957, S. 146.

kann sehr verschieden sein. Es dient teilweise direkt als Unterlage für den aufzustellenden Plan (vom Betrieb nicht beeinflussbare Daten: Bevölkerungswachstum, zukünftige Steuererhebungen), oder es gilt als Grundlage für Investitionsrechnungen (Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen einer alten und neuen Maschine, Verfahrensvergleich), deren Ergebnis dann erst für den aufzustellenden Plan von Bedeutung ist.

Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß alle Plandaten Ausdruck unternehmerischer Erwartungen sind. Dienen die Zahlen doch nur als Hilfsmittel der Urteilsbildung des Unternehmers. Welchen Wert er nun der einen oder anderen Zahl beimißt, bleibt ihm überlassen. Hier entscheidet letztlich das irrationale Element, die Fähigkeit des einzelnen Unternehmers, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden, Entwicklungen, Tendenzen und Trends klar zu erfassen und darauf aufbauend seine Entscheidungen zu treffen.

Hier liegen aber auch die Grenzen einer betrieblichen Dispositionslehre. Eine Dispositionslehre kann nur das allgemein Gültige in großen Zügen aufzeigen. Sie kann keine exakte Lösung für den speziellen Fall geben, sondern nur Richtlinien aufstellen, die bei der Lösung eines speziellen Falles anwendbar sind. In diesem Sinne ist auch die vorliegende Arbeit aufzufassen, deren Aufgabe es nicht sein kann, alle einzelnen Imponderabilien aufzuzeigen, die bei unternehmerischen Dispositionen zweifellos immer eine Rolle spielen, deren Einfluß auf die Entscheidung aber letztlich dem Unternehmer überlassen werden muß.

II. Die Produktionsanlagen.

1. Die Produktionsanlagen als Kapitalinvestition.

Nachdem als Richtschnur unternehmerischer Dispositionen

das erwerbswirtschaftliche Prinzip herausgearbeitet worden ist und die Planung als das rationale Moment der Unternehmungsführung dargestellt wurde, gilt es jetzt, das Dispositionsobjekt, wovon in dieser Arbeit nur die Produktionsanlagen interessieren, wesensmäßig zu erfassen.

Der Begriff Produktionsanlagen soll in diesem Zusammenhang sehr eng gefaßt werden, er soll nämlich nur die Maschinen und maschinellen Anlagen beinhalten, obgleich der Boden und die Betriebsgebäude sinngemäß auch dazu gerechnet werden könnten. Teilweise lassen sich die folgenden Ausführungen auch analog darauf beziehen, teilweise würden aber gerade der Grund und Boden, als Wirtschaftsgut, das nicht der Abnutzung unterliegt, und die Gebäude, deren Beteiligung am Produktionsprozeß nicht mit der Leistungsabgabe einer Maschine vergleichbar ist, eine gesonderte Behandlung erfordern. Deshalb sollen sie ausgeklammert werden und der Begriff Produktionsanlagen in der hier definierten Form dem Oberbegriff Arbeits- und Betriebsmittel¹⁾ untergeordnet werden.

Die Produktionsanlagen sind dazu bestimmt, im Produk-

1) Nach Gutenberg stellen die Betriebsmittel einen Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß dar. "Zu den Arbeits- und Betriebsmitteln gehören demnach alle bebauten und unbebauten Betriebs-, Verwaltungs- Wohn- und Abbaugrundstücke, die Gesamtheit aller maschinellen Apparatur unter und über Tage, also insbesondere alle Arbeits- und Kraftmaschinen, Behälter, Öfen, Fördereinrichtungen, Geräte und Apparate, Hand- und Maschinenwerkzeuge, Vorrichtungen, Lehren und Meßgeräte, das gesamte Büro- und Betriebsinventar, Schaufenstereinrichtungen u. dgl., deren der Betrieb zur Erfüllung seiner Aufgaben bedarf. Zu den Betriebsmitteln gehören auch diejenigen "Hilfsstoffe" und "Betriebsstoffe", die notwendig sind, um den Betrieb arbeitsfähig zu machen und zu erhalten". Gutenberg, E., a.a.O. Bd. I, 3. Aufl., 1957, S. 4.

tionsprozeß eine bestimmte Leistung an das zu erstellen-
de Produkt abzugeben und dadurch eine Werterhöhung zu
bewirken. Sie stellen während ihrer wirtschaftlichen
Lebensdauer ein Nutzungspotential dar, das entsprechend
den Kombinationen des dispositiven Faktors im Produk-
tionsprozeß wirksam wird.

Das Wesen der Produktionsanlagen ist monetär gesehen
dadurch gekennzeichnet, daß dieses Nutzungspotential
in der Mehrzahl der Fälle durch Kauf en bloc erworben
wird. Das ist bei dem Produktionsfaktor Arbeit nicht
möglich. In dieser Hinsicht sind die beiden Produktions-
faktoren nur dann vergleichbar, wenn man an die Möglich-
keit denkt, Maschinen zu mieten oder zu pachten. Der
Unterschied zwischen Kauf und Pacht ist aber in diesem
Zusammenhang weniger entscheidend, da einerseits die
Möglichkeit besteht, eine Maschine zu verkaufen und
andererseits ein Mietvertrag gekündigt werden kann.
Wichtig ist jedoch, daß durch den Kauf bzw. das An-
mieten einer Maschine eine Kapitalbindung erfolgt.
Dieses investierte Kapital erfordert, soll es sich ver-
zinsen, weitere Geldausgaben für Betriebsstoffe, wie
Schmiermittel und Energie, Werkstoffe und Löhne, so
daß sich die einmalige Geldausgabe, die Anschaffungs-
kosten der Maschine, mit dem laufenden Ausgabenstrom
verbindet, um einen meist kontinuierlich fließenden
Einnahmenstrom zu erzeugen. ¹⁾

Die Zahlungsströme sind allerdings in der Praxis nicht
immer gleich stark, sondern einer gewissen Schwankung
unterworfen. Das Streben des Unternehmers wird bei der
Anschaffung einer Maschine darauf gerichtet sein, im
Laufe der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage

1) Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung,
Bern und Tübingen, 2. Aufl. 1957.

die Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben möglichst groß zu gestalten. Inwieweit ihm das gelingt, hängt erstens von seiner Investitionsentscheidung im Anschaffungszeitpunkt ab. Es gehört zum Wesen der Produktionsanlagen, daß sie nicht beliebig teilbar sind. Der Unternehmer hat also zwischen einigen Maschinentypen zu wählen, wobei in den meisten Fällen, die größere Maschine bei Nennleistung den besten Wirkungsgrad hat. Da der Unternehmer jedoch die Aufgabe hat, die neue Maschine harmonisch in seinen vorhandenen Betrieb einzugliedern, ist es für ihn unter Umständen wirtschaftlicher, eine kleinere Maschine zu wählen. Monetär bedeutet das, daß er sich dem erwarteten Einnahmenstrom mit dem Ausgabenstrom optimal anpassen muß, dann maximiert er auch die Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben und damit den Gewinn.

Da die von der Maschine geforderte Leistung und damit der Einnahmenstrom aber für den Unternehmer in gewissen Grenzen ein Datum bedeutet, hat der Unternehmer unter Berücksichtigung einer möglichen Schwankungsbreite die Maschine zu wählen, die bei gegebenem Einnahmenstrom die niedrigsten Ausgaben verursacht.

Nun sind natürlich die einmalige Ausgabe (Anschaffungskosten) und der laufende Ausgabenstrom nicht ohne weiteres addierbar. Die einzelnen zeitlich auseinanderfallenden Beträge sind vielmehr auf einen bestimmten Zeitpunkt zu diskontieren; erst dann ist es auch möglich, die Kapitalwerte der Einnahmen und Ausgaben gegenüberzustellen und die Differenz zu bestimmen. Stellt der Einnahmenstrom, güterwirtschaftlich gesehen der Absatz der Erzeugnisse, keinen Engpaß dar, dann arbeitet die größte Maschine in jeder Hinsicht, betriebswirtschaftlich und volkswirtschaftlich, rentabler als eine kleine Maschine. Dieser Fall wird aber in der Praxis kaum von Bedeutung sein, da der Marktanteil des

einzelnen Unternehmers nicht beliebig erweitert werden kann. Der Vorteil einer größeren Maschine kann sich jedoch bei Betriebsvergleichen bemerkbar machen und ist unter den Stichworten optimale Betriebsgröße, Größen-degression und Gesetz der Massenfabrikation von Bücher in der Literatur behandelt worden.

Ist die Investitionsentscheidung gefallen, so muß der Unternehmer bei seinen Dispositionen bemüht sein, das investierte Kapital möglichst nutzbringend zu verwenden, d.h. der Einnahmenstrom ist zu maximieren und der Ausgabenstrom zu minimieren. Während bei der Investitionsentscheidung der Unternehmer gewisse Schwankungen des Einnahmenstromes berücksichtigen muß, wird es nach der erfolgten Investition sein ganzes Bestreben sein, extreme Schwankungen auszuschalten und die Differenz zwischen dem Kapitalwert der Einnahmen und dem Kapitalwert der Ausgaben zu maximieren. Sicherung und Ausbau des Absatzes und eine gute Organisation des Produktionsablaufes können eine wesentliche Hilfe dabei sein. Sollte sich jedoch herausstellen, daß die Planungen des Unternehmers sich nicht realisieren lassen, der Einnahmenstrom viel kleiner ist als erwartet und die Verzinsung des eingesetzten Kapitals nicht oder nur in geringem Maße gesichert ist, so wird der Unternehmer in den meisten Fällen trotzdem bereit sein, die laufenden Ausgaben zu tätigen. Zwei Gründe können zu dieser Entscheidung führen. Erstens kann er von der Erwartung ausgehen, daß es sich nur um kurzfristige Schwankungen des Einnahmenstromes handelt und daß durch verstärkten Einsatz des absatzpolitischen Instrumentariums der Einnahmenstrom vergrößert werden kann. Zweitens kann er es für zweckmäßig halten, so lange weitere Ausgaben zu tätigen, wie die laufenden Einnahmen größer sind als die laufenden Ausgaben. Es gelingt ihm auf diese Weise, wenigstens einen Teil des in Form der Anschaffungs-

kosten investierten Kapitals zurückzugewinnen. Legt er die Maschine still, dann verzichtet er auf jede Einnahme. Ohne den laufenden Ausgabenstrom gibt es keinen Einnahmenstrom. In vielen Fällen schließt der Unternehmer mit der Entscheidung, das Aggregat stillzulegen, gleichzeitig die Möglichkeit aus, nach einiger Zeit vielleicht doch noch einen gewinnbringenden Einnahmenstrom zu realisieren. So vertragen z.B. die feuerfesten Steine einer Koksofenbatterie große Temperaturschwankungen, wie sie bei einer Stilllegung der Batterie entstehen, nicht gut. Die Ausmauerung wird leicht brüchig und undicht.

Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus, ist das Kapital stets seinem günstigsten Verwendungszweck zuzuführen. Das würde bedeuten, daß der Unternehmer nur dann Ausgaben tätigen sollte, wenn sie eine angemessene Verzinsung erbringen. Die Diskrepanz, die sich hier zwischen der einzelwirtschaftlichen und der volkswirtschaftlichen Anschauung auftut, ist darauf zurückzuführen, daß die einzelnen Unternehmer nicht streng nach dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip handeln, sondern bestrebt sind, die Rentabilität ihrer Unternehmungen zu maximieren, während vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus eine Maximierung der Rentabilität des gesamten Kapitals angestrebt werden sollte.

In der Betriebswirtschaftslehre wird das soeben dargestellte Problem meistens nicht auf der Grundlage der Einnahmen und Ausgaben behandelt, sondern unter dem Stichwort "fixe Kosten" diskutiert. Die Ursache liegt vermutlich darin begründet, daß die Kostenrechnung als Kontrollinstrument dem Unternehmer anzeigt, ob die Höhe des Einnahmenstromes im Laufe der letzten Rechnungsperiode seinen Erwartungen im Anschaffungszeitpunkt der Anlage entsprochen hat.

2. Die Produktionsanlagen als technische Konstruktion.

Aus den bisherigen Erörterungen ging schon hervor, daß die rein monetäre Betrachtungsweise nicht das ganze Wesen der Produktionsanlagen erfassen kann.

In dem Augenblick, in dem der Unternehmer die erste Ausgabe tätigt, nämlich die Maschine kauft, tauscht er seine Geldmittel um in ein reales Gut. Zwar stellt für den Kaufmann die Maschine immer noch eine monetär faßbare Größe dar, die einen gewissen Wert verkörpert, doch muß er sich darüber klar sein, daß er sein vollkommen homogenes Gut, nämlich Geld, in eine technische Konstruktion umgewandelt hat, die als technisches Erzeugnis naturwissenschaftlichen und technischen Gesetzen unterliegt. Zwar haben die kaufmännischen Überlegungen in der Unternehmung den Vorrang gegenüber technischen, doch kann nicht übersehen werden, daß letztlich die technischen Gesetze und Möglichkeiten als Daten in die kaufmännischen Planungen eingehen müssen.

Was gehört nun zu den technischen Daten eines Aggregates? An erster Stelle wäre die Maschinenart zu nennen, aus der sich ergibt, welche Arten von Leistungen die Maschine erstellen kann, z.B. Hobeln, Weben, Kraft erzeugen usw. Anschließend wäre die Maschine nach ihrer Produktionstiefe - handelt es sich um eine Spezialmaschine oder um eine Mehrzweckmaschine - und ihrer Größe zu klassifizieren. Das sind zwar recht grobe Unterscheidungsmerkmale, doch sie sind dafür entscheidend, mit welchen anderen Produktionsfaktoren das Aggregat kombiniert werden muß, um einen produktiven Effekt zu erreichen. Diese Merkmale entscheiden über die möglichen zu bearbeitenden Werkstoffe, die erforderliche Anzahl der Arbeiter zur Bedienung und ihre Kenntnisse, die notwendigen Energien, Schmiermittel usw. alles das,

was im laufenden Auszahlungsstrom sein Äquivalent findet.¹⁾ Teilweise lassen die technischen Daten eine gewisse Variationsbreite offen, es wird z.B. die Wahl des Werkstoffes nicht immer technisch eindeutig bestimmt sein durch die Maschine. So ist es möglich, auf einen Webstuhl verschiedene Arten und Qualitäten von Garnen zu verarbeiten und eine Nähmaschine dient sowohl dazu, Seidenkleider herzustellen, als auch Wollröcke und Popelinblusen. Hier werden wieder kaufmännische Überlegungen entscheidend sein.

Andererseits ist es meistens nicht möglich, bei starken Nachfrageverschiebungen mit den vorhandenen Produktionsanlagen eine vollständig neue Produktionsrichtung einzuschlagen, da eine optimale Kombination nicht erreichbar ist und der Betrieb anderen Betrieben gegenüber sofort benachteiligt ist, so daß es ihm kaum gelingen wird, in diesem neuen Produktionszweig einen Marktanteil zu gewinnen.

Wie schon hervorgehoben, besteht das Wesen des dispositiven Faktors darin, sich gegenwärtigen Daten unter gleichzeitiger Beachtung ihrer zukünftigen Entwicklung optimal anzupassen. Diese Forderung kann aber nur dann erfüllt werden, wenn der Unternehmer sich der Konsequenzen seiner Dispositionen bewußt ist. Er muß bei allen Entscheidungen, Einzahlungen und Auszahlungen, Kosten und Leistung beachten.

1) Es könnte hier leicht der Eindruck entstehen, daß m.M. nach nicht der Mensch, sondern die Maschine im Mittelpunkt des Wirtschaftens steht. Es ist deshalb erforderlich, diesen Vorwurf schon jetzt zurückzuweisen, mit dem Hinweis, daß durch die Themastellung notwendigerweise die Produktionsanlagen und die dispositive Arbeit in den Mittelpunkt der Betrachtung rücken, die objektbezogene Arbeit jedoch in den Hintergrund tritt.

Diese Zahlungsströme ergeben sich bei den Produktionsanlagen nun nicht willkürlich oder als Produkt des Zufalls, sondern sie sind zum großen Teil den Produktionsanlagen als technische Konstruktion immanent. Ihre Begründung liegt im technischen Bereich und Veränderungen lassen sich auch nur aufgrund technischer Gesetze berechnen und festlegen. Diese Abhängigkeiten sind in der Literatur unter dem Namen Verbrauchsfunktionen ¹⁾ bekannt.

Im Gegensatz dazu stehen die Ausgaben, die sich durch Reparaturen ergeben. Hier handelt es sich nicht um Zahlungsströme, sondern um in unregelmäßigen Abständen erfolgende verschieden große Zahlungsstöße, denen man durch laufende Überwachung und Überholung eine gewisse Regelmäßigkeit verleihen kann.

Eine Verbrauchsfunktion gibt an, welche Abhängigkeiten bei einer Produktionsanlage zwischen den Verbrauchsmengen und der Leistung des Aggregates bestehen. Da die Leistung technisch definiert wird durch den Begriff Arbeit pro Zeiteinheit, läßt sich die Durchschnittsleistung (d) einer bestimmten Maschine messen, indem man die erzeugten Produkteinheiten (m) durch die benötigten Zeiteinheiten (t) dividiert.

Es entspricht dem Wesen der Produktionsanlage als Nutzungspotential, daß eine bestimmte Produktmenge innerhalb verschieden großer Zeiträume produziert werden kann, oder anders formuliert, daß die Leistung einer Maschine variabel ist. Technische Untersuchungen haben ergeben, daß z.B. der Verbrauch an Energie pro Zeiteinheit nicht von den erzeugten Produkteinheiten abhängt, sondern von der Leistung des Aggregates, mathematisch

1) Gutenberg, E., a.a.O. Die Produktion.
Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie
Wiesbaden 1958
Lassmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958.

formuliert nicht von m sondern von $\frac{m}{t}$. Dieser Tatsache muß sich der Unternehmer bei seinen Dispositionen bewußt sein, um die Konsequenzen bei seinen Anpassungsentscheidungen einzukalkulieren und die Abhängigkeit nicht wie das Ertragsgesetz in der bekannten Formulierung zwischen input und output zu sehen, sondern den Verbrauch g als eine Funktion der Leistung d .

$$E_i = f_i(d)$$

Für jedes Aggregat und für jeden Faktoreinsatz, wie Energie und Schmiermittel, gibt es verschiedene Verbrauchsfunktionen. Stellt man diese Funktionen graphisch dar, so entsteht eine Kurve, die von der Minimalleistung eines Aggregates bis zu seiner Maximalleistung reicht. Theoretisch gesehen ist jeder Kurvenverlauf möglich. Immer dann, wenn kein linearer Kurvenverlauf gegeben ist und fixe Kosten vorliegen (was stets der Fall ist), gibt es außer der Minimal- und der Maximalleistung noch eine oder auch mehrere Optimalleistungen, die von besonderer Bedeutung sind. Es ist Aufgabe technischer Untersuchungen, die einzelnen Verbrauchsfunktionen eines Aggregates zu bestimmen. Hier ist ein deutliches Beispiel dafür gegeben, daß die Produktionsanlagen ein Datum unternehmerischer Dispositionen sein können. Der Unternehmer kann zwar in vielen Fällen entscheiden, wie er sich Absatzschwankungen anpassen will, er hat dabei jedoch von der Voraussetzung auszugehen, daß Anlagen in bestimmter Art, Größe und Qualität vorhanden sind und daß die vorhandenen Anlagen bei Leistungsvariationen Ausgabenströme entsprechend ihren Verbrauchsfunktionen zur Folge haben. Kommt der Unternehmer allerdings aufgrund von Investitionsrechnungen zu der Überzeugung, daß es zweckmäßiger ist, die alte Anlage zu verkaufen oder zu verschrotten, dann setzt er sich mit seinem Entschluß über das vorhandene Datum hinweg und läßt damit die Produktionsanlagen zum Objekt seiner Dispositionen werden.

3. Die Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß.

Bisher standen die Produktionsanlagen losgelöst vom Produktionsprozeß entweder als Kapitalinvestition oder als technische Konstruktion im Mittelpunkt unserer Betrachtungen. Die Beziehung zum Ganzen, die bisher noch fehlte, soll nun hergestellt werden.

Der Ausgabenstrom ist nicht nur ein Äquivalent der Hilfs- und Betriebsstoffe, die zur Erstellung der Leistung notwendig sind, aber nicht in das Produkt selber eingehen, sondern zum Ausgabenstrom gehören auch die Werkstoffe und Löhne. Es soll also nicht nur der value added erfaßt werden, sondern eine Bruttobetrachtung angestellt werden.

Es fragt sich, ob es gerechtfertigt ist, in dieser allgemeinen Darstellung auch die Löhne mit in den Ausgabenstrom einzubeziehen. Bei großen, automatisch gesteuerten Anlagen, die nur von wenigen Arbeitern bedient werden, besteht wohl kein Zweifel, da die Lohnsumme im Verhältnis zu den sonstigen Ausgaben nur einen sehr geringen Prozentsatz beträgt. Aber auch in anderen Fällen erscheint es schon aus praktischen Gründen erforderlich. Erst die Kombination der Produktionsfaktoren ergibt den Ertrag, der meßbar ist und in Investitionsrechnungen Verwendung finden kann. In welchem Ausmaß die Produktionsanlagen und in welchem Ausmaß die Arbeiter an dem Ertrag beteiligt sind, dieses Zurechnungsproblem wird sich wohl kaum eindeutig lösen

lassen. ¹⁾ Solange aber die Summe der erzeugten Produkte (m) für die Leistung (d) als Berechnungsgrundlage dient, solange muß auch der gesamte input ein Äquivalent im Ausgabenstrom finden.

Schon bei den Ausführungen über die Produktionsanlagen als technische Konstruktion und Kapitalinvestition ist das Problem der Produktionsanlagen im Kombinationsprozeß gestreift worden. Es wurde dort erläutert, daß nur im Zusammenhang mit weiteren Ausgaben, ein Einnahmenstrom erzeugt werden kann. Einnahmenstrom und Ausgabenstrom seien nun so zu lenken, daß die Differenz der beiden Ströme maximiert werde. Da Löhne und Werkstoffe ebenso in dem Ausgabenstrom enthalten sind wie die Betriebsstoffe und der Energieverbrauch, beinhaltet diese monetäre Formulierung nichts anderes, als die Forderung nach einer optimalen Kombination einer Produktiveinheit, bestehend aus einer Maschine, dem Be-

1) In diesem Zusammenhang ist Bredt recht zu geben, der Gutenberg insofern widerspricht, als der Faktor Werkstoffe nicht im ursprünglichen Sinne als Produktivfaktor aufzufassen sei. Während nämlich die anderen Produktionsfaktoren i.S. Gutenbergs einen Wert erzeugen, bzw. den Wert des Produktes durch ihre Leistung erhöhen, kann der Faktor Werkstoffe selbst keine Leistung hervorbringen. Bredt unterteilt darum folgerichtig in Leitung, Mannschaft und Betriebsmittel, die den Produktionsfaktoren dispositiver Faktor, Arbeit und Betriebsmittel von Gutenberg entsprechen.

Ist man sich jedoch darüber klar, daß eine Zurechnung des erstellten Ertrages auf die einzelnen Produktionsfaktoren gar nicht möglich ist und auch gar nicht angestrebt wird, dann wird die Kritik von Bredt gegenstandslos. Für unsere Art der Betrachtung, nämlich dem Denken in Zahlungen und Zahlungsströmen, erscheint es uns zweckmäßiger, die Einteilung Gutenbergs beizubehalten. Bredt, O., Die Krise der Betriebswirtschaftslehre Düsseldorf 1956 S. 20 ff. und S. 30 ff.

dienungspersonal, den Werkstoffen und sonstigen notwendigen Faktoreinsätzen.

Fast immer besteht aber ein Betrieb aus mehreren Produktiveinheiten, die im Produktionsprozeß hintereinander geschaltet sind und ganz oder teilweise in ihren Leistungen voneinander abhängig sind.

Diese Tatsache führt, sowohl bei der Gründung einer Unternehmung als auch bei einer Ersatzinvestition, dazu, daß das Hauptaugenmerk des Investors darauf gerichtet sein muß, Engpässe innerhalb des Produktionsprozesses zu vermeiden und für eine optimale Proportionierung der einzelnen Betriebsteile Sorge zu tragen.

Das ist bei der Gründung einer Unternehmung in weit größerem Maße möglich als später, wenn z.B. durch Neuaufnahme von Produkten in das Produktionsprogramm und durch Einstellung der Produktion anderer Erzeugnisse der Betrieb notwendigerweise nicht mehr so harmonisch aufgebaut sein wird; denn jede Produktionsumstellung stört primär das Gleichgewicht der Produktionsfaktoren und die Harmonie des Produktionsprozesses. Es ist Aufgabe des dispositiven Faktors, diese Störungen auf ein Minimum zu beschränken und, langfristig gesehen, möglichst ganz zu beseitigen

Dieses Ziel ist aber meist nicht vollständig erreichbar. Je verschiedenartiger die einzelnen Aggregate sind, um so schwieriger wird eine genaue Proportionierung sein. Es ist wieder das Problem der quantitativ und qualitativ bedingten Größe bei einzelnen Aggregaten, das als Datum unternehmerischer Dispositionen angesehen werden muß. Die Produktionsanlagen sind nicht beliebig teilbar, dadurch werden die Anpassungsmöglichkeiten eingeengt, die Elastizität des

Betriebes ¹⁾ vermindert.

-
- 1) Riebel, P., Die Elastizität des Betriebs, Köln und Opladen 1954.
Bessere Marktanpassung durch unternehmerisches Planen. Bericht über die Arbeitstagung der Schmalenbach-Gesellschaft in Köln am 29. November 1957, Z.f.h.F. 1958.

C. Rechenmethoden als Grundlage unternehmerischer Dispositionen.

I. Grundsätzliche Erläuterungen.

Die wesensmäßige Erfassung des Erkenntnisobjektes, in diesem Fall der Produktionsanlagen, ist die Voraussetzung für die klare Erkenntnis aller Probleme, die sich im Zusammenhang mit der Führung eines Betriebes ergeben. Sie dient als Ausgangsbasis für die Überlegungen, die als Vorstufe unternehmerischer Entscheidungen anzusehen sind, und zeigt dem Unternehmer Zusammenhänge und Fakten auf, die ihm als Dispositionshilfen dienen können. Als Wesensmerkmale der Produktionsanlagen wurden genannt:

1. Die Produktionsanlagen als Kapitalinvestition.
2. Die Produktionsanlagen als technische Konstruktion.
3. Die Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß.

Als wichtigste Dispositionshilfe des Unternehmers können allgemein bestimmte Berechnungen angesehen werden. Eine Voraussetzung für die Brauchbarkeit und Aussagefähigkeit des Rechenergebnisses ist die Wahl der richtigen Rechenmethode. Die Rechenmethode muß erstens die Handlungsmaxime des Unternehmers, also das erwerbswirtschaftliche Prinzip, und zweitens die Wesensmerkmale des Erkenntnisobjektes berücksichtigen. Zur Klärung betriebswirtschaftlicher Probleme, die sich im Zusammenhang mit den Produktionsanlagen ergeben, sind die Rechenmethoden zu wählen, die den Wesensmerkmalen der Produktionsanlagen entsprechen. Grundsätzlich muß jede anwendbare Rechenmethode alle drei genannten Wesensmerkmale erfassen. Welche der möglichen Rechenmethoden als Dispositionshilfe gewählt werden sollte, ergibt sich aus der Problemstellung. In den meisten Fällen dominiert aufgrund der Problemstellung ein Wesensmerkmal und bestimmt da-

durch die Rechenmethode.

Dominiert das Wesensmerkmal der Kapitalinvestition, wobei jede Umwandlung von Geld in Güter als Investition angesehen wird, dann verlangt die rein monetäre Betrachtungsweise die Wahl der Investitionsrechnung, einer Rentabilitätsrechnung auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben bzw. Zahlungsströmen. Steht dagegen das Wesensmerkmal der technischen Konstruktion im Vordergrund, dann muß eine Rechenmethode gewählt werden, die technische Gesetze berücksichtigt, wie z.B. die Kosteneinflußgrößenrechnung, während das dritte Wesensmerkmal, die Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß, z.B. durch das linear programming erfaßt werden kann.

Bevor die einzelnen Rechenmethoden dargestellt werden, sollen kurz die verwendeten Begriffe erläutert werden. Die gesamte Arbeit ist weitgehend auf einer Einnahmen- und Ausgabenbetrachtung aufgebaut. Daneben wird aber auch häufig der Kostenbegriff verwendet. Deshalb sind einige grundsätzliche Bemerkungen zum Kostenbegriff erforderlich. Darüber hinaus soll untersucht werden, ob etwaige Zusammenhänge, zwischen einem Denken in Zahlungsströmen und Kosten bestehen. Aus diesem Grunde ist es notwendig, festzustellen, in welchem Verhältnis Investitions- und Kostentheorie zueinander stehen.

Die Ausführungen zu dem Begriff der "Disposition" und dem Begriff der "Produktionsanlagen" haben gezeigt, daß richtige Investitionsentscheidungen die wesentlichste Voraussetzung für eine erfolgreiche und wirtschaftliche Unternehmensführung sind. Jede Umwandlung von Geld in Güter stellt eine Investition dar. Da die Aufgabe eines Betriebes darin besteht, Güter zu erzeugen, umfaßt die Investitionstheorie die Grundfunktion eines Betriebes. Eine Trennung von Investitionstheorie und Kostentheorie ist nicht möglich. Die Kosten-

theorie kann nur ein Bestandteil der Investitionstheorie sein. Die Entstehung der Kostentheorie ist historisch zu verstehen. Ihr Hauptaugenmerk galt den Beschäftigungsschwankungen bei konstanter Kapazität, also konstantem Produktionspotential. Nachdem Gutenberg ¹⁾ jedoch dazu übergegangen ist, auch die quantitative Anpassung im Rahmen der Kostentheorie zu behandeln, fehlt eine eindeutige Begrenzung. Unter diesem Gesichtspunkt ist es sinnvoll, die gesamte Kostentheorie in einer umfassenderen Investitionstheorie aufgehen zu lassen oder eine klare Unterordnung der Kostentheorie unter die Investitionstheorie zu fordern. Der historischen Entwicklung entsprechend ist vielleicht der zweite Vorschlag vorzuziehen. In diesem Falle wäre die Kostentheorie eine Theorie der optimalen Kombination der vorhandenen Produktionsfaktoren Arbeit und Betriebsmittel mit dem Faktor Werkstoffe zur Erreichung des maximalen Erfolges.

Daraus folgt, daß in der Kostentheorie die Produktionsanlagen als Datum anzusehen sind.

Während jedoch eine Planungsrechnung bei der die Produktionsanlagen Objekt unternehmerischer Dispositionen sind im Rahmen der Investitionstheorie eine rein monetäre Rentabilitätsrechnung auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben sein kann, ist eine Rentabilitätsrechnung in dieser Form nicht durchführbar, wenn die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen sind; denn nur über einen Zeitraum, der die gesamte Lebensdauer einer Anlage umfaßt, werden Verzehr und Leistung zur Ausgabe bzw. Einnahme. Um jedoch auch dann eine Rentabilitätsrechnung durchführen zu können, wenn

1) Gutenberg, E., a.a.O. Die Produktion.

die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen sind, versucht man die Monetären Vorgänge güterwirtschaftlich zu erfassen und kommt somit zu einer Rechnung auf der Grundlage von Kosten statt von Ausgaben. Der Kostenbegriff ist mit der Kostenrechnung entwickelt worden und eindeutig in ihrem Sinne fixiert. Nach Schmalenbach sind Kosten "die in der Kostenrechnung anzusetzenden Werte der für Leistungen verzehrten Güter. Der Güterverzehr erstreckt sich nicht nur auf Gegenstände; auch die in Anspruch genommenen Dienstleistungen rechnen dazu". ¹⁾ Erkennt man diese Definition an, dann ist der Kostenbegriff eindeutig der Kostenrechnung vorbehalten und kann damit nicht mehr einer anderen Rechenmethode zugeordnet werden, die anderen Gesetzen unterliegt als die Kostenrechnung, d.h., daß der Kostenbegriff den Rechenmethoden vorbehalten ist, bei denen die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen sind.

Gegen diese Begrenzung spricht die Tatsache, daß die Kostentheorie ein Teil der Investitionstheorie ist und daß von mehreren Autoren ²⁾ auch dann der Kostenbegriff verwendet wird, wenn die Produktionsanlagen Objekt unternehmerischer Dispositionen sind, allerdings nicht in dem zuerst definierten Sinne.

Trotzdem erscheint es möglich, einen einheitlichen Kostenbegriff festzulegen, wenn man die Merkmale herausgreift, die beiden Begriffen gemeinsam sind. Dazu dient folgende Gegenüberstellung:

1) Schmalenbach, E., Kostenrechnung und Preispolitik, 7. Aufl. Köln - Opladen 1956, S. 6.

2) Zum Beispiel: Schneider, Lutz und die Mehrzahl der amerikanischen Autoren.

1. Sind die Produktionsanlagen Objekt unternehmerischer Dispositionen, dann lassen sich Kosten definieren als bewerteter Kapitalverzehr.
2. Sind die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen, dann sind Kosten bewerteter Güter- und Dienstverzehr.

Es läßt sich leicht nachweisen, daß die zweite Definition mit der ersten übereinstimmt, denn innerhalb einer Dispositionslehre müssen alle Produktionsfaktoren eines Betriebes als Betriebskapital angesehen werden. Der Unterschied der beiden Definitionen beruht lediglich auf der Art der Betrachtungsweise, einmal dient das monetäre Element als Ausgangspunkt und einmal das güterwirtschaftliche. Diese zwei verschiedenen Anschauungsweisen sind der Betriebswirtschaftslehre immanent. Sie lassen sich z.B. auch in der Bilanztheorie nachweisen. Bedenkt man ferner, daß bei einer Vorscheurechnung, wie z.B. der Investitionsrechnung, Wertschwankungen keine Berücksichtigung finden können, weil sie einfach nicht im voraus erfaßbar sind, dann folgt daraus, daß man sich an den Tageswerten, also den erwarteten Einnahmen und Ausgaben, orientieren muß. Nur wenn man die monetäre Definition des Kostenbegriffes zugrundelegt, kann man die Fragestellung von Lücke ¹⁾: "Investitionsrechnung auf der Grundlage von Ausgaben oder Kosten?" verstehen.

Definiert man aber den Kostenbegriff nicht güterwirtschaftlich sondern monetär, dann muß man kurz die Konsequenzen überdenken, die sich daraus ergeben, daß z.B. der Begriff der Abschreibung und der kalkulatorischen Zinsen abhängig ist vom allgemeinen Kostenbegriff. Bei

1) Lücke, W.; Investitionsrechnungen auf der Grundlage von Ausgaben oder Kosten? ZfhF. 1955 S. 310 ff.

dem monetären Kostenbegriff wird durch die Abschreibung die Wertminderung des investierten Kapitals erfaßt. Da die Investitionsrechnung als Dispositionshilfe für unternehmerische Entscheidungen eine Vorscheurechnung darstellt, und es nicht möglich ist, die Wertminderung des investierten Kapitals im voraus exakt zu bestimmen, geht man in der Regel davon aus, daß der Wert proportional zur Zeit sinkt und verwendet deshalb die lineare Abschreibungsmethode.

Die Verrechnung kalkulatorischer Zinsen dient in diesem Fall nur zur Lösung des Zeitproblems, das bei Investitionsrechnungen darin besteht, die Kosten der einzelnen Jahre vergleichbar bzw. addierbar zu machen. Daß die Verrechnung kalkulatorischer Kosten auch wirklich zur Lösung des Zeitproblems führt, weist Lücke nach. Es gelingt ihm zu zeigen, daß Investitionsrechnungen bei Produktionsanlagen sowohl mit Kosten ¹⁾ als auch mit Ausgaben durchgeführt werden können, ohne daß die Ergebnisse Differenzen aufweisen. Während die zukünftigen Ausgaben abgezinst werden, um die Ausgaben verschiedener Zeitpunkte vergleichbar und addierbar zu machen, müssen bei der Rechnung mit Kosten zu den diskontierten Abschreibungsbeträgen der einzelnen Perioden noch die diskontierten kalkulatorischen Zinsen, die von dem jeweiligen Restwert berechnet werden, hinzugefügt werden, was einer einfachen Kostenrechnung mit

1) Lücke, W., unterstellt den monetären Kostenbegriff.

kalkulatorischen Zinsen entspricht. ¹⁾ Schwierigkeiten entstehen bei der Rechnung mit Kosten allerdings dann, wenn bei einer Investition keine Totalbetrachtung vor-

-
- 1) "Der Wert einer beliebigen im Zeitpunkt t_0 vorgenommenen Ausgabe (A) ist unter den (von Lücke-Anm. d. Verf.) gesetzten Bedingungen nach n Perioden immer gleich $A \cdot q^n$. Diskontiert man diesen Wert zurück auf den Zeitpunkt t_0 , dann erhält man wieder die ursprüngliche Ausgabe A.

$$A \cdot q^n \cdot q^{-n} = A$$

Wurde z.B. mit der Ausgabe A eine Maschine beschafft, die in drei Perioden linear abzuschreiben ist, dann ergibt dies folgende Rechnung:

1. Abschreibungsquote $\frac{Aq^1}{3} \cdot q^{-1} = \frac{A}{3}$
2. Abschreibungsquote $\frac{Aq^2}{3} \cdot q^{-2} = \frac{A}{3}$
3. Abschreibungsquote $\frac{Aq^3}{3} \cdot q^{-3} = \frac{A}{3}$

Alle Teilausgaben zusammen ergeben wieder die ursprüngliche Ausgabe A.

Dieser Rechnungsweise kann natürlich entgegengehalten werden, daß man in der Kostenrechnung nur einfachen Zins und keine Zinseszinsen verrechne. Das stimmt. Die Verrechnung von Zinseszinsen spielt hier jedoch gar keine Rolle, denn sie wird durch die Diskontierung der Zinsen sofort wieder rückgängig gemacht. Dies ist auch die eigentliche Erklärung des zunächst verblüffenden Tatbestandes, daß die Verrechnung kalkulatorischer, d.h. einfacher Zinsen, den Diskontierungseffekt, der doch auf Zinseszinsbasis ermittelt wird, anzugleichen vermag. Die Verrechnung von kalkulatorischen Zinseszinsen wird durch die Diskontierung der Zinsen sofort neutralisiert. Ob man sie in die Rechnung einbezieht oder nicht, ist deshalb für das Ergebnis vollkommen gleichgültig.

Durch die Verrechnung kalkulatorischer Zinsen gelingt es also, zeitliche Unterschiede zwischen der Leistung einer Ausgabe und dem Anfall der Kosten auszugleichen". Pack, L., Betriebliche Investitionen, Wiesbaden 1959, Fußnote 70, S. 33/34.

liegt, z.B. wenn eine alte Maschine mit einer neuen Maschine verglichen werden soll, um festzustellen, ob die alte Anlage sofort oder erst nach ein, zwei oder drei Jahren zu ersetzen sei. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, ist es zweckmäßig, die Investitionsrechnung nur auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben durchzuführen. Wichtig ist, daß alle Einnahmen und Ausgaben in der Investitionsrechnung berücksichtigt werden. Eine Rechnung in der Form einer Teilausgabenrechnung muß falsch sein; es sei denn, daß es sich um einen Investitionsvergleich handelt. In diesem Fall können selbstverständlich Zahlungen, die für beide Anlagen in gleicher Weise anfallen, aus der Rechnung ausgegliedert werden.

Brandt ¹⁾ dagegen legt seinen Investitionsüberlegungen den güterwirtschaftlichen Kostenbegriff zugrunde und entscheidet sich für die Investitionsrechnung auf der Grundlage von Kosten und Erträgen statt von Einnahmen und Ausgaben. Er ist der Meinung, daß der Betriebswirt für die Untersuchung von Anlagegütern Kosten und Erträge verwendet, "weil der Kostenbegriff und der Ertragsbegriff bereits für derartige Wirtschaftlichkeitsberechnungen zweckbestimmt geprägt worden sind. Die Kosten umfassen die Einsatzwerte, deren Gegenüberstellung mit dem Ertrag die Wirtschaftlichkeit der Leistung erkennen läßt". ²⁾

Er schreibt: "Sowohl die zeitlichen als auch die größenmäßigen Unterschiede zwischen Einnahmen und Erträgen beeinflussen das Ergebnis der Investitionsrechnung. Die Kapitalverzinsung wird größer (kleiner), wenn die Jahreswerte zunehmen (abnehmen) und/oder ihr zeitlicher Ab-

1) Brandt, H., Investitionspolitik des Industriebetriebes, Wiesbaden 1959.

2) Brandt, H., a.a.O. S. 90.

stand zu dem Investitionszeitpunkt abnimmt (zunimmt). Eine Investition wäre bei Berücksichtigung der Einnahmen im Falle von Vorauszahlungen günstiger als im Falle von Kreditverkäufen und bei Vorratsfertigung ungünstiger als bei zeitlichem Zusammenfallen von Produktion und Umsatz. Desgleichen würden Preisnachlässe und Zahlungsvergünstigungen den Wert der Investition herabsetzen. Die Einbeziehung dieser Einflüsse in die Investitionsrechnung, die sich aus der Verwendung der Einnahmen als wertbestimmender Faktor der Investition ergibt, ist aus den folgenden Gründen nicht gerechtfertigt:

- 1) Die aufgrund von Kreditverkäufen oder Vorauszahlungen entstehenden Zinsnachteile oder -vorteile können nicht der Investition belastet werden. Die Kreditpolitik ist Gegenstand der kurzfristigen Finanzpolitik, deren Zielsetzungen und Bestimmungsfaktoren nicht mit denen der Investitionspolitik übereinstimmen.
- 2) Die aus Lagerhaltung entstehenden Zinskosten können nicht in die Investitionsrechnung einbezogen werden. Sie sind einer von mehreren Bestimmungsfaktoren der Lagerpolitik, der nicht gleichzeitig in der Investitionsrechnung berücksichtigt werden kann.
- 3) Preisnachlässe und Zahlungsbedingungen sind Gegenstand der Konditionspolitik, die die Zweckmäßigkeit und Vorteilhaftigkeit von Kapitalanlagen nicht berührt.
- 4) Neutrale Einnahmen sind für die Investitionsuntersuchung bedeutungslos.

Die Berücksichtigung von Einnahmen würde mithin die eigentliche Investitionsbetrachtung verschleiern und Probleme in die Investitionsrechnung einführen, die mit ihren Mitteln nicht gelöst werden können. Nur die

Verrechnung von Erträgen wird dem Investitionsproblem gerecht. Sie ist Voraussetzung für die zutreffende Bestimmung der Kapitalverzinsung von Anlagegütern".¹⁾

Bei dem Vergleich einer Investitionsrechnung auf der Grundlage von Ausgaben oder Kosten schreibt Brandt: "Eine Investition erscheint beispielsweise bei Berücksichtigung von Ausgaben zweckmäßiger als bei Berücksichtigung von Kosten, sofern (1) keine Lagerhaltung der Kostengüter erfolgt, (2) ihre Bezahlung durch lange Zahlungsfristen hinausgeschoben werden kann, (3) von den Lieferanten Rechnungsabzüge eingeräumt werden und (4) Kostengüter in den Produktionsprozeß eingesetzt werden, deren Beschaffung keine Ausgaben verursacht. Durch die Verrechnung von Ausgaben werden mithin Faktoren in die Investitionsrechnung einbezogen, die ohne Einfluß auf die Zweckmäßigkeit einer Anlage sind, und andererseits Faktoren ausgeschlossen, die die Zweckmäßigkeit einer Anlage berühren, z.B.:

- 1) Die aus Lagerhaltung entstehenden Zinskosten müssen von der Lagerpolitik berücksichtigt werden. Sie beeinflussen nicht die Zweckmäßigkeit der Anlage, für die eine Lagerhaltung erfolgt.
- 2) Die Rechnungsabzüge sind Gegenstand der Einkaufspolitik. Sie haben keinen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit einer Anlage.
- 3) Die Ausnutzung von Zahlungsfristen wird von der kurzfristigen Finanzpolitik entschieden, deren Ergebnisse die Zweckmäßigkeit einer Investition nicht berühren.
- 4) Kosten sind auch dann für die Beurteilung einer Anlage von Bedeutung, wenn sie keine Ausgaben verursachen.

1) Brandt, H., a.a.C. S. 92.

- 5) Neutrale Ausgaben sind für Investitionsuntersuchungen ohne Bedeutung.

Ausgaben sind deshalb keine geeignete Grundlage der Investitionsuntersuchung. Die zutreffende Beurteilung von Anlagegütern erfordert die Verrechnung der Kosten, die für die Herstellung der Leistung aufgewendet werden". ¹⁾

Im Gegensatz dazu steht die folgende Aussage von Brandt: "Investitionsrechnungen dienen der Beurteilung von Kapitalanlagen. Ihre Aufgabe ist die Ermittlung eines Maßstabes der Kapitalverzinsung durch Verrechnung von zahlenmäßig erfaßbaren, wertbestimmenden Faktoren einer Kapitalanlage. Die Kapitalverzinsung kennzeichnet die Ergiebigkeit des Kapitaleinsatzes, die in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung im allgemeinen durch die Rentabilität ausgedrückt wird". ²⁾ Offensichtlich trennt Brandt erstens nicht scharf zwischen einer Rentabilitätsrechnung und einer Wirtschaftlichkeitsrechnung, und zweitens versäumt er herauszustellen, ob er das erwerbswirtschaftliche Prinzip oder das Bedarfsdeckungsprinzip als die Maxime unternehmerischen Handelns ansieht. Entscheidet man sich für das erwerbswirtschaftliche Prinzip, dann entscheidet man sich eindeutig für ein Streben nach der Gewinnmaximierung und nach der höchsten Kapitalverzinsung. Daraus folgt, daß die Investitionsrechnung nur eine rein monetäre Rechnung sein kann, die auf den Geldbeträgen, die allein Ausdruck des Kapitals und der Zinsen sind, aufbaut.

Wählt man dagegen das Bedarfsdeckungsprinzip als die

1) Brandt, H., a.a.O. S. 94.

2) Brandt, H. a.a.O. S. 25.

Maxime unternehmerischen Handelns, dann verzichtet der Unternehmer auf die Gewinnmaximierung und eine möglichst hohe Kapitalverzinsung. Die monetäre Betrachtung tritt hinter der güterwirtschaftlichen Betrachtung zurück. In diesem Fall wird der Unternehmer seine Investitionsrechnung auf der Basis von Kosten als wertmäßigen, betriebsnotwendigen Normalverbrauch von Gütern und Leistungen zur Erstellung des Betriebsproduktes aufbauen und ihm die Erträge als bewertete Leistungen gegenüberstellen.

Die Kritik von Brandt an der Investitionsrechnung in der Form einer Einnahmen- und Ausgabenrechnung ist verfehlt, weil Brandt nicht beachtet, daß eine Investitionsrechnung als Einnahmen- und Ausgabenrechnung eine Rentabilitätsrechnung darstellt, die monetäre Vorgänge erfassen will und deshalb auch mit monetären Größen rechnet, während eine Investitionsrechnung auf der Grundlage von Kosten, so wie Brandt sie vorschlägt, eine betriebliche Wirtschaftlichkeitsrechnung ist, der güterwirtschaftliche Vorgänge zugrundeliegen. Es ist selbstverständlich, daß man eine güterwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsrechnung nicht auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben allein durchführen kann. Es sollte aber ebenso selbstverständlich sein, daß man eine Rentabilitätsrechnung, also eine monetäre Rechnung, nicht in der Form einer güterwirtschaftlichen Kostenrechnung vornehmen kann. Deshalb muß grundsätzlich klargestellt werden, daß die Investitionsrechnung als Einnahmen- und Ausgabenrechnung eine Rentabilitätsrechnung ist, während die Investitionsrechnung als Kostenrechnung eine betriebliche Wirtschaftlichkeitsrechnung im oben genannten Sinne ist.

Für welche Form der Investitionsrechnung der Unternehmer sich entscheidet, sollte ihm überlassen werden. Meines Erachtens ist es jedoch wenig sinnvoll, nachzu-

weisen, daß eine Investitionsrechnung in der Form einer Einnahmen- und Ausgabenrechnung zu falschen Ergebnissen führt, indem man einfach unterstellt, daß jede Investitionsrechnung eine betriebliche Wirtschaftlichkeitsrechnung ist. Aus diesem Grunde erübrigt es sich auch, auf die einzelnen Argumente von Brandt einzugehen. Daß eine Einnahmen- und Ausgabenrechnung keine betriebliche Wirtschaftlichkeitsrechnung ist, bedarf keiner Diskussion. Das Problem besteht vielmehr darin zu entscheiden, ob grundsätzlich die Investitionsrechnung eine betriebliche Wirtschaftlichkeitsrechnung sein sollte. Meiner Meinung nach kann es nicht Aufgabe einer Dispositionslehre sein, eine Investitionsrechnung aufzubauen, die voraussetzt, daß der Unternehmer nach dem Prinzip der gemeinwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeit im Sinne von Schmalenbach handelt, weil das Prinzip der gemeinwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeit als Maxime unternehmerischen Handelns als nicht gültig für unser Wirtschaftssystem bezeichnet werden muß. Der Unternehmer produziert nicht um Bedarf zu decken, sondern um Gewinn zu erzielen. Er handelt deshalb nicht nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip sondern nach dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip. Der Unternehmer sollte deshalb auch seine Investitionsrechnungen nicht auf den rein betrieblichen Produktionsprozeß beschränken, sondern mit Hilfe von Investitionsrechnungen die Rentabilität reiner Finanzanlagen überprüfen. Dieses Anwendungsgebiet für Investitionsrechnungen schließt Brandt aus.

Brandt versäumt es, die Unterschiede zwischen einer Rentabilitätsrechnung und einer Wirtschaftlichkeitsrechnung herauszustellen. Bei seinen Ausführungen herrscht an dieser Stelle große Unklarheit. Deshalb ist es erforderlich, einige Erläuterungen zu der Investitionsrechnung in der Form einer Rentabilitätsrechnung zu geben.

Um die Rentabilität einer Investition beurteilen zu können, müssen in die Rechnung alle Einnahmen und Ausgaben eingehen, die eine Investition charakterisieren. Zahlungen, deren Höhe im voraus schlecht zu bestimmen ist, - z.B. erhöhte Zinsausgaben durch lange Lagerzeiten, Rabatte und Skonti, - können eventuell im Kalkulationszinsfuß berücksichtigt werden. Die Schwierigkeit vieler Investitionsrechnungen besteht darin, der einzelnen Investition die Einnahmen und Ausgaben zuzurechnen, die sie charakterisieren. Das Problem der Zurechenbarkeit ist aber nicht typisch für eine Einnahmen- und Ausgabenrechnung, sondern tritt in demselben Umfang auch bei einer Investitionsrechnung in der Form auf, wie Brandt sie für richtig hält.

Abschließend kann auch in diesem Zusammenhang gesagt werden, daß der Zweck der Rechnung die Form der Investitionsrechnung bestimmt. Da als Maxime unternehmerischen Handelns in dieser Arbeit das erwerbswirtschaftliche Prinzip angesehen wird, soll dieser Arbeit auch die, dem genannten Prinzip entsprechend, monetäre Betrachtungsweise zugrunde gelegt werden und die Investitionsrechnung in der Form der Einnahmen- und Ausgabenrechnung dargestellt werden.

In den folgenden Kapiteln sollen nun die einzelnen Rechenmethoden näher erläutert werden. Dabei wollen wir uns aber auf die Darstellung der Rechenverfahren beschränken, die in ihrer theoretischen Konzeption so angelegt sind, daß sie zu einer wirklichen Lösung des Problems führen können. Bei der Investitionsrechnung sind das die Kapitalwert-Methode, die interne Zinsfuß-Methode und die Annuitäts-Methode. Brandt¹⁾ gibt eine umfassende Darstellung der verschiedenen Rechenverfahren. Er unterscheidet die in der Praxis entwickelten und üblichen Rechenverfahren (z.B. Amortisationsrechnung) und stellt diesen Verfahren die

1) Brandt, H., u.o.C.

Theorie der Investitionsrechnung gegenüber in Form der statischen und dynamischen Investitionsrechnung. Er kommt zu dem Schluß, daß die Ergebnisse der in der Praxis üblichen Rechenverfahren "nicht als Maßstab für die Zweckmäßigkeit und Vorteilhaftigkeit von Kapitalanlagen angesehen werden können".¹⁾ Auch die statische Investitionsrechnung, die den Zeitfaktor nicht berücksichtigt und somit den Wertunterschied eines Gewinnes, der im ersten oder zehnten Nutzungsjahr einer Maschine anfällt, nicht beachtet, lehnt Brandt ab. Er erklärt: "Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß die Investitionsrechnungen der statischen Investitionstheorie für praktische Untersuchungen wenig geeignet und in verschiedener Hinsicht unvollständig sind. Sie veranschaulichen die Abhängigkeit der Kapitalverzinsung produktiver Anlagen von der Größe und der Ausnutzung ihrer Kapazität, ermöglichen jedoch keine zutreffende Bestimmung der Kapitalverzinsung, da wesentliche Faktoren der Zweckmäßigkeit und Vorteilhaftigkeit von Anlagen unberücksichtigt bleiben oder nicht zutreffend gewürdigt werden".²⁾

Mit dieser Kritik entscheidet er sich für die dynamische Investitionsrechnung, in der Form der Kapitalwert-Methode, der internen Zinsfuß-Methode und der Annuitäts-Methode.

II. Die Investitionsrechnung als Einnahmen- und Ausgabenrechnung.

Schneider³⁾ unterscheidet bei der Investitionsrechnung drei Berechnungsarten, die aber grundsätzlich alle auf

1) Brandt, H., a.a.O., S. 43.

2) Brandt, H., a.a.O., S. 65.

3) Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung, Bern und Tübingen, 2. Aufl. 1957, S. 10 ff.

ein Fundamentalprinzip zurückgeführt werden können:

1. Die interne Zinsfuß-Methode
2. Die Kapitalwert-Methode
3. Die Annuitäts-Methode.

Bei der Rechnung ersetzt Schneider weitgehend die kontinuierlichen Zahlungsströme durch Zahlungsreihen, indem er annimmt, daß die jeweiligen Gesamtbeträge der Auszahlungen und Einzahlungen einer Rechnungsperiode am Anfang oder Ende der Periode gezahlt werden. Mathematisch bedeutet das, daß er statt der Integralrechnung die Zinseszinsrechnung anwendet.

1. Die interne Zinsfuß-Methode.

Schneider ¹⁾ definiert den internen Zinsfuß wie folgt: "Unter dem internen Zinsfuß einer Investition wird der Zinsfuß verstanden, bei dem der auf irgendeinen Zeitpunkt bezogene Gegenwartswert sämtlicher Auszahlungen und Einzahlungen gleich Null ist oder, was dasselbe besagt, bei dem die beiden Zahlungsreihen äquivalent sind".

Mathematisch, anhand einer Gleichung, sei diese Definition näher erläutert. Der interne Zinsfuß läßt sich als Unbekannte einer Gleichung berechnen, wenn sämtliche Glieder der Ausgaben- und Einnahmenreihen auf einen bestimmten Zeitpunkt ab- bzw. aufgezinst werden und deren Summe gleich Null gesetzt wird.

Wird eine Investition charakterisiert durch die Auszahlungen a_1 a_2 a_3 zu den Zeitpunkten t_1 t_2 t_3 und die Einzahlungen b_1 b_2 b_3 zu den Zeitpunkten T_1 T_2 T_3 ,

1) Schneider, E., a.a.O., S. 10.

so kann der interne Zinsfuß der Investition, wenn der Gegenwartswert zum Zeitpunkt t_a berechnet werden soll, mit Hilfe einer Gleichung bestimmt werden. Dabei ist der Zeitpunkt t_a willkürlich gewählt und hat keinen Einfluß auf das Ergebnis. In dem hier gewählten Beispiel liegt er zwischen t_2 und t_3 bzw. T_1 und T_2 .

$$\begin{aligned}
 & - a_1(1+x)^{t_a-t_1} - a_2(1+x)^{t_a-t_2} - \frac{a_3}{(1+x)^{t_3-t_a}} \\
 & + b_1(1+x)^{t_a-T_1} + \frac{b_2}{(1+x)^{T_2-t_a}} + \frac{b_3}{(1+x)^{T_3-t_a}} = 0
 \end{aligned}$$

Die Zahlungen vor dem Zeitpunkt t_a werden aufgezinst und Zahlungen nach t_a abgezinst. Anhand eines Beispiels soll die praktische Durchführung der Rechnung gezeigt werden. Um die Rechnung möglichst einfach zu gestalten, werden die Zahlungen auf den Zeitpunkt $t_2 = t_a$ abgezinst. So ist es möglich, die Aufgabe mit einer Gleichung 2. Grades zu lösen, da vorausgesetzt wird, daß t_2 in der Mitte der gesamten Investitionsperiode t_1 bis t_3 liegt.

$$- 100(1+x) - 20 - \frac{22}{1+x} + 10(1+x) + 89 + \frac{55}{1+x} = 0$$

$$- 90(1+x) + 69 + \frac{33}{1+x} = 0$$

$$90(1+x)^2 - 69(1+x) = 33$$

$$90x^2 + 111x + 21 = 33$$

$$x^2 + \frac{111}{90}x = \frac{12}{90}$$

$$x^2 + \frac{37}{30}x = \frac{4}{30}$$

$$x = -\frac{37}{60} \pm \sqrt{\frac{1369}{60^2} + \frac{480}{60^2}}$$

$$x = -\frac{37}{60} \pm \frac{43}{60}$$

$$x_1 = +\frac{1}{10}$$

$$x_2 = -1\frac{1}{3}$$

In diesem Beispiel betragen in den Zeitpunkten t_1 , t_2 , t_3 die Ausgaben 100, 20, 22 und die Einnahmen 10, 89, und 55. Der interne Zinsfuß ist 10 %.

Wird eine Investition zu Erwerbszwecken durchgeführt, so muß sich ein positiver interner Zinsfuß ergeben; denn nur in diesem Fall kann der Unternehmer mit einer Verzinsung des eingesetzten Kapitals rechnen. Für den Investor ist eine Investition aber erst dann vorteilhaft, wenn der interne Zinsfuß größer oder wenigstens gleich dem Kalkulationszinsfuß ist. Der Kalkulationszinsfuß ist der Zinsfuß, zu dem der Investor bereit ist, sein Kapital zu investieren.

Die Höhe des Kalkulationszinsfußes hängt von den Überlegungen des Investors ab. ¹⁾

1) Vgl. hierzu Schneider S. 24.

Es soll nicht näher auf diese Methode eingegangen werden, denn es ist klar ersichtlich, mit welchen Schwierigkeiten die Rechnung nur durchgeführt werden kann. Praktisch haben Investitionen, die nur mit drei oder weniger Einnahmen und Ausgaben verbunden sind, kaum Bedeutung. Steht aber die Summe $1+x$ in der zehnten oder zwanzigsten Potenz, so wird die Lösung zu schwierig.

2. Die Kapitalwert-Methode.

Statt die Differenz der diskontierten Einnahmen und Ausgaben gleich Null zu setzen und den Zinsfuß zu berechnen, kann man natürlich auch einen Zinsfuß, den Kalkulationszinsfuß, wählen und die Differenz der diskontierten Einnahmen und Ausgaben berechnen.

Liegt der gewählte Zinsfuß über dem internen Zinsfuß, so wird die Differenz < 0 sein.

Liegt der gewählte Zinsfuß unter dem internen Zinsfuß, so wird die Differenz > 0 sein.

Ist der gewählte Zinsfuß gleich dem internen Zinsfuß, so wird die Differenz $= 0$ sein.

Das folgt logisch aus den Ausführungen über die interne Zinsfuß-Methode und bedarf keines weiteren Beweises.

Die Rechnung vereinfacht sich allerdings dadurch, daß die Unbekannte nicht zu potenzieren ist. Der Zinsfuß ist gegeben und läßt sich leicht auch in die zehnte oder zwanzigste Potenz erheben.

Der Kapitalwert der Zahlungsreihe bezogen auf den Zeitpunkt 0 beträgt:

$$C = m - a + \frac{n-b}{1+i} + \frac{o-c}{(1+i)^2} + \frac{p-d}{(1+i)^3} + \frac{g-e}{(1+i)^4} + \frac{r-f}{(1+i)^5} \\ + \frac{s-g}{(1+i)^6} + \frac{t-h}{(1+i)^7} + \frac{u-i}{(1+i)^8} + \frac{v-k}{(1+i)^9} + \frac{w-l}{(1+i)^{10}}$$

wenn in den Zeitpunkten

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

die Ausgaben

a b c d e f g h i k l

und die Einnahmen

m n o p q r s t u v w

betragen.

Ist der Kalkulationszinsfuß $p = 10 \%$, so ist

$$i = \frac{p}{100} = 0,1.$$

Sind die Einnahmen und Ausgaben zahlenmäßig für die 10 Jahre festgesetzt, so kann der Kapitalwert berechnet werden.

3. Die Annuitäts-Methode.

Die Annuitäts-Methode läßt sich ebenfalls auf die Kapitalwert-Methode und interne-Zinsfuß-Methode zurückführen. Bestehen die Einzahlungsreihen und Auszahlungsreihen aus gleich großen Gliedern, so kann der Kapitalwert berechnet werden, indem ein Glied der Reihe mit dem Wiedergewinnungsfaktor multipliziert wird.

Die allgemeine Ableitung des Kapitalwertes der Einnahmenreihe C_E lautet:

$$C_E = \frac{b}{1+i} + \frac{b}{(1+i)^2} + \dots + \frac{b}{(1+i)^n}$$

$$C_E = b \left\{ \frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \right\}$$

Die Summe dieser geometrischen Reihe entspricht folgendem mathematischen Ausdruck und wird auch als Wiedergewinnungsfaktor bezeichnet.

$$\frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

$$C_E = b \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

Der Kapitalwert der Ausgabenreihe ergibt sich in der gleichen Form, dabei ist allerdings noch zusätzlich die Ausgabe für den Anschaffungswert A im Zeitpunkt Null zu berücksichtigen.

$$C_D = A + a \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

Die Differenz von C_E und C_D ergibt den Kapitalwert der Investition. Soll die Investition günstig sein, so muß der Kapitalwert der Einnahmenreihe größer sein als der Kapitalwert der Ausgabenreihe.

Wie schon erwähnt, ist diese Methode nur dann praktisch, wenn die Glieder der Reihen gleich groß sind. Andernfalls ist es erforderlich, zuerst den Kapitalwert der gesamten Reihe zu berechnen und sie in eine Reihe mit gleichen Gliedern zu transformieren.

$$C_E = b \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

$$b = C_E \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Es besteht dann die Möglichkeit, die durchschnittlichen Einnahmen mit den durchschnittlichen Ausgaben zu vergleichen.

4. Die Investitionsreihen.

Angenommen, daß eine Investition am Ende der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage n -mal in der gleichen Weise wiederholt werden soll, so ist es möglich, den Kapitalwert der sich ergebenden Investitionsreihe zu berechnen, der aus der Summe der Kapitalwerte der einzelnen Investitionen besteht, wiederum auf den Gegenwartswert abgezinst. Besteht die Investitionsreihe aus n Gliedern, so ergibt sich folgender mathematischer Ausdruck, wenn angenommen wird, daß die Lebensdauer der Anlage m Jahre beträgt:

$$C_J = C + C \left\{ \frac{1}{(1+i)^m} + \frac{1}{(1+i)^{2m}} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{nm}} \right\}$$

5. Die Integralrechnung.

Es soll nun die mathematische Umformung der Gleichung vorgenommen werden, die erforderlich ist, um nicht mehr von Zahlungsreihen, sondern von Zahlungsströmen mit momentaner Verzinsung auszugehen.¹⁾ Der Kapitalwert C_0 einer Zahlung im Zeitpunkt 0 beträgt nach n Jahren bei einer Verzinsung von p Prozent

$$C_n = C_0 \left(1 + \frac{p}{100} \right)^n \quad 0,01p = i$$

$$(1) \quad C_n = C_0 (1 + i)^n$$

Bei dem Übergang zur momentanen Verzinsung müssen die Zeitintervalle der Zinsengutschriften solange

1) Schneider, E., a.a.O. S. 137 ff.

verkürzt werden, bis sie unendlich klein sind, also 0 anstreben. Ist i der Zinsfuß pro Zeiteinheit, so muß $\frac{i}{m}$ der Zinsfuß für $\frac{1}{m}$ ZE sein.

$$(2) \quad C_n = C_0 \left(1 + \frac{i}{m} \right)^{mn}$$

n ist dabei eine diskontinuierliche Variable, die nur Werte annimmt, die Multipla von $\frac{1}{m}$ sind. Wird m immer größer, also die ZE immer kleiner und soll

$$\frac{i}{m} = \frac{1}{x}$$

$$m = xi$$

$$(3) \quad \left(1 + \frac{i}{m} \right)^m = \left(1 + \frac{1}{x} \right)^{xi}$$

$$(4) \quad \left(1 + \frac{1}{x} \right)^{xi} = \left(\left(1 + \frac{1}{x} \right)^x \right)^i$$

sein, so ergibt sich folgender mathematischer Ausdruck

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x} \right)^x = e$$

$$(5) \quad C_n = C_0 e^i$$

Nach n ZE also:

$$(6) \quad C_n = C_0 e^{in}$$

Da es sich um eine Zinzeszinsrechnung handelt, muß noch der Zeitpunkt der Zinsengutschrift berücksichtigt werden. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen dem nominellen Zinsfuß und dem effektiven Zinsfuß. Der effektive Zinsfuß ist der Zinsfuß, mit dem der Kapitalwert bei einmaliger Zinsengutschrift pro Zeiteinheit verzinst werden muß, um dem Kapitalwert am Ende der ZE gleich zu sein, der mit dem nominellen Zinsfuß verzinst wird und bei dem eine mehrmalige oder sogar momentane Gutschrift erfolgt.

Ist der Zinssatz (i) gesucht, der bei momentaner Ver-

zinsung den gleichen Zinsertrag ergibt wie ein gegebener Zinssatz (i) bei einmaliger Zinsgutschrift pro ZE, dann gilt folgende Gleichung:

$$C_0 + C_0 i = C_0 \left(1 + \frac{s}{m}\right)^m$$

$$(7) \quad 1 + i = \left(1 + \frac{s}{m}\right)^m$$

Bei kontinuierlicher Verzinsung $m = \infty$ geht die Gleichung in folgende Form über

$$(8) \quad 1 + i = e^s$$

$$s = \ln(1 + i)$$

Wird dieser mathematische Ausdruck in die Formel (6) eingesetzt, so ergibt sich der Gegenwartswert einer Zahlung nach der Aufzinsung:

$$(9) \quad C_n = C_0 e^{n s}$$

nach der Abzinsung entsprechend

$$(10) \quad C_n = C_0 e^{-n s}$$

Der Übergang von der Vorstellung einer Zahlungsreihe mit einer endlichen Anzahl von Gliedern zu der Vorstellung eines Zahlungsstromes, der mit der Zeit variiert, ergibt sich durch folgende Überlegungen. Der Zahlungsstrom hat in jedem Augenblick die Dimension DM/ZE. Die Funktion $f(t)$ gibt an, wie der Zahlungsstrom mit der Zeit variiert.

Im Intervall $t \rightarrow (t + dt)$ ist die Zahlung $f(t) dt$ fällig, die im Zeitpunkt t innerhalb des Zeitintervalles $0 \rightarrow n$ folgenden Wert hat:

$$(11) \quad f(t) dt e^{(n-t)s}$$

Der Endwert des ganzen Zahlungsstromes ergibt sich durch Integration des Ausdrucks (11) zwischen den Grenzen des Intervalles $n \rightarrow 0$

$$(12) \quad C = \int_0^n f(t) e^{(n-t)s} dt$$

III. Die Kosteneinflußgrößenrechnung.

Während für den Fall, daß die Produktionsanlagen Objekt unternehmerischer Dispositionen sind, es zweckmäßig ist, die Investitionsrechnungen auf der Basis eines bestimmten konstanten Beschäftigungsgrades aufzubauen, bzw. eine Grenzwertrechnung durchzuführen, die ermitteln soll, bei welchem Beschäftigungsgrad die Investition sich gerade noch lohnt, ist es Aufgabe der Kosteneinflußgrößenrechnung, eine genauere Beziehung zwischen den Faktoreinsatzmengen und der Leistung zu ermitteln. Die Kosteneinflußgrößenrechnung ist also eine typische Rechenmethode, für den Fall, daß die Produktionsanlagen als Datum angesehen werden. Aufgabe einer genauen Kostenanalyse ist es, die Abhängigkeit der einzelnen Faktoreinsatzmengen von der Leistung eines Aggregates geometrisch oder algebraisch zu ermitteln. Will man schwierige mathematische Berechnungen vermeiden, dann wird man die geometrische Lösungsmethode wählen und die herrschenden Abhängigkeiten in einem Koordinatensystem darstellen. Auf der Abszisse wird die Leistung der Maschine abgetragen und auf der Ordinate das Produkt aus den verbrauchten Faktormengen und Preisen. Durch die Addition der einzelnen Kostenkurven kann der Punkt ermittelt werden, bei dem die Differenz zwischen Kosten und Leistung maximiert wird. Bei einer exakten Rechnung ist festzulegen, wie die einzelnen Arten von Faktoreinsatzmengen mit der abgegebenen Leistung variieren, z.B. der Energieverbrauch, der Schmiermittelverbrauch usw.

Besondere Beachtung verdient im Zusammenhang mit der Kosteneinflußgrößenrechnung die Tatsache, daß die technische Verbrauchsfunktion

$$g_i = f_i \quad (d)$$

für eine bestimmte Maschine zeitbezogen ist. Sie ver-

ändert sich im Laufe der technischen Lebensdauer des Aggregates und muß deshalb von Zeit zu Zeit überprüft werden.

Stevens ¹⁾ und Hall ²⁾ haben sich eingehend mit der Kosteneinflußgrößenrechnung auseinandergesetzt und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis aufgezeigt.

Hall unterscheidet drei Methoden. ³⁾

1. Die Aufstellung von Gleichungen aufgrund physikalischer und chemischer Gesetze.
2. Bestimmung der durchschnittlichen statt der tatsächlichen Verursachung mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate. Diese Ungenauigkeit ist dann erforderlich, wenn auf die Höhe einer Kostenart zu viele Einflußfaktoren gleichzeitig einwirken.
3. Besteht kein ursächlicher Zusammenhang, dann ist die funktionale Abhängigkeit durch statistisches Inbezugsetzen von zwei Größen zu erreichen. In diesem Fall tritt an die Stelle der Kausalität das statistische Wahrscheinlichkeitsprinzip.

Hall gibt für diese drei Methoden praktische Beispiele aus einem Stahlwerk. Die Schwierigkeiten dieser Methode liegen vor allem darin, von den empirisch ermittelten einzelnen Werten zu mathematisch eindeutigen Gleichungen zu kommen, wenn nicht physikalische oder chemische Gesetze die Grundlage bilden. Dieses Problem wird dann be-

1) Stevens, H., Einflußgrößenrechnung. Die Erfassung funktionaler Zusammenhänge in der industriellen Technik unter Anwendung mathematischer Formeln, schaubildlich-rechnerischer Hilfsmittel und ihre Darstellung in Diagrammen und Nomogrammen. Düsseldorf 1939.

2) Hall, R., Das Rechnen mit Einflußgrößen im Stahlwerk, Köln und Opladen 1959.

3) Hall, R., a.a.O., Seite 126 f.

sonders schwierig, wenn eine Abhängigkeit nicht nur von einer, sondern von mehreren Veränderlichen vorliegt. Grundsätzlich sind lineare Abhängigkeiten und solche höherer Ordnung möglich. Zur Veranschaulichung der ersten Methode, nämlich der Abhängigkeit aufgrund physikalischer oder chemischer Gesetze, mag folgendes Beispiel dienen. ¹⁾

1. Physikalische und chemische Gesetze.

Beim Schmelzprozeß ist eine bestimmte Wärmemenge erforderlich. Sie wird - in dem von Hall untersuchten Fall - zum größten Teil in Form elektrischer Energie zugeführt, während der Rest durch chemische Umsatzprozesse frei wird. Werden die Wärmeeinheiten durch Stromwärme mit dem Symbol w_s bezeichnet, "die Eigenwärme des Einsatzes an Metallen und Schlackenbildner mit w_e , die Differenz der sich beim Schmelzprozeß vollziehenden exothermen und endothermen chemischen Reaktionen mit w_r , die Wärme durch Elektrodenabbrand mit w_{el} , die in Stahl und Schlacke beim Abstich enthaltene Wärmemenge mit w_{ig} und die Summe der elektrischen und thermischen Verluste mit w_{vg} ", ²⁾ so entsteht folgende Gleichung:

$$w_s + w_e + w_r + w_{el} = w_{ig} + w_{vg} \quad \text{kwh}$$

Die erforderliche Stromwärme beträgt also:

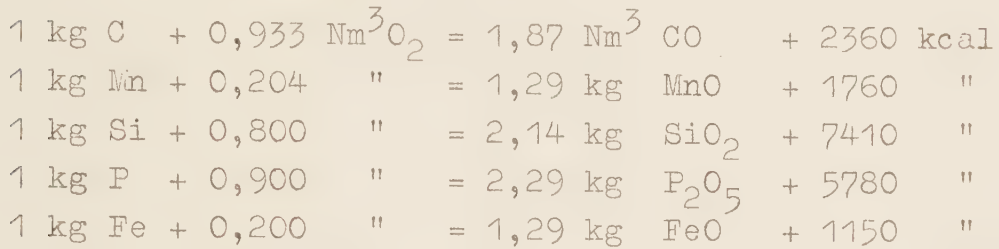
$$w_s = w_{ig} + w_{vg} - (w_e + w_r + w_{el}) \quad \text{kwh}$$

Die chemischen Prozesse bei der Stahlerzeugung verlaufen teilweise exotherm und teilweise endotherm. Aufgrund genauer chemischer Untersuchungen der Faktor-

1) Hall, R., a.a.O. S. 54 ff.

2) Hall, R., a.a.O. S. 55.

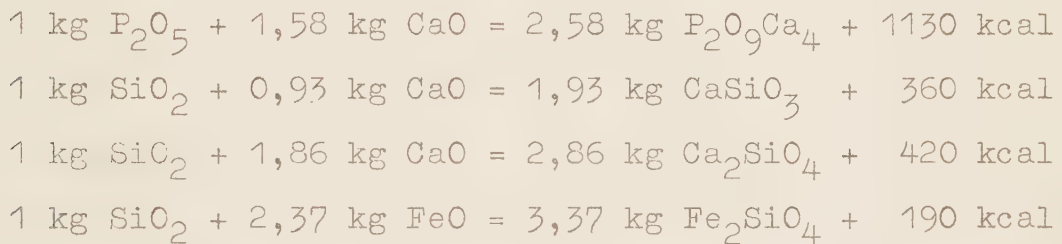
einsatzmengen kann die chemische Reaktionswärme des gesamten Prozesses ermittelt werden unter Berücksichtigung folgender Gleichungen. ¹⁾



Wird nun Eisenoxyd statt reinem Sauerstoff zur Oxydation benutzt, so vollzieht sich hier ein endothermer Prozeß ¹⁾



Bei der Schlackenbildung wird dagegen wieder Wärme frei ¹⁾



Aufgrund dieser Gleichungen kann nun der jeweilige Wert von w_r ermittelt werden.

Rein physikalische Gesetze führen dagegen zur Ermittlung der Summe der elektrischen und thermischen Verluste w_{vg} . ²⁾

Die elektrischen Verluste ergeben sich durch den Ohmschen Widerstand, die Hysteresisarbeit und die Wirbelströme; die thermischen Verluste sind zu verzeichnen durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung, Kühlwasser und Ab-

1) Hall, R., a.a.O. S. 55.

2) Hall, R., a.a.O. S. 60 ff.

gase. Werden diese Verluste mit Hilfe der entsprechenden naturwissenschaftlichen Gesetze ermittelt, so kann nach der Gleichung

$$w_s = w_{ig} + w_{vg} - (w_e + w_r + w_{el}) \text{ kwh}$$

die erforderliche Stromwärme berechnet werden.

2. Die Methode der kleinsten Quadrate.

Ergibt sich beim Abtragen der Kostenwerte in Abhängigkeit von einer Einflußgröße ein Streufeld, das durch seine Form vermuten läßt, daß die Kosten überwiegend nur von dieser einen Größe beeinflußt werden, dann kann es zweckmäßig sein, die Vielzahl der anderen Einflußfaktoren zu vernachlässigen.

Der Verlauf der Kostenkurve ist in diesem Fall zu ermitteln nach der Methode der kleinsten Quadrate. Aus den Prämissen bei der Aufstellung der Kostenkurve ergeben sich zwangsläufig Abweichungen bei den praktisch festgestellten einzelnen Werten. Diese Abweichungen dürfen jedoch nicht sehr groß sein, da es andernfalls notwendig ist, weitere Hauptkosteneinflußgrößen zu berücksichtigen. Mit der Methode der kleinsten Quadrate hat Hall die lineare Näherungsgleichung zur Beschreibung der Gesamtverluste eines 17-t-Lichtbogenofens als Funktion der Schmelzzeit bestimmt. ¹⁾

Voraussetzung zur Ermittlung der Gleichung einer Geraden ist grundsätzlich die Kenntnis der Koordinaten zweier Punkte. Um die Gleichung der Geraden mit den geringsten Abweichungen zu bestimmen, sind die Koordinaten des einfachen und des gewogenen Schwerpunktes des Streufeldes notwendig. Trägt man auf der Ordinate

1) Hall, R., a.a.O. S. 133 ff. Da in diesem Fall nur die Rechenmethode interessiert, wird das Beispiel von Hall hier nur schematisiert ohne Zahlenangabe wiedergegeben.

die Wärmeverluste w_{vg} ab und auf der Abszisse die Schmelzzeit h_g in Min. so sind bei 84 durchgeführten Versuchen 84 Punkte im Koordinatensystem determiniert.

Die Ordinate des einfachen Schwerpunktes ergibt sich aus der Formel

$$y_e = \frac{\sum w_{vg}}{84}$$

die Abszisse aus der Formel

$$x_e = \frac{\sum h_g}{84}$$

Die Ordinate des gewogenen Schwerpunktes des Streufeldes wird durch die Formel

$$y_{gew} = \frac{\sum w_{vg} \cdot h_g}{\sum h_g}$$

bestimmt, die der Abszisse durch die Formel

$$x_{gew} = \frac{\sum h_g^2}{\sum h_g}$$

Mit den so bestimmten Koordinaten der Punkte P_1 ($x_e; y_e$) und P_2 (x_{gew}, y_{gew}) ist der Verlauf der linearen Kostenkurve bestimmt.

$$y_e = a \cdot x_e + b$$

$$y_{gew} = a \cdot x_{gew} + b$$

$$y_e - y_{gew} = a (x_e - x_{gew})$$

$$a = \frac{y_e - y_{gew}}{x_e - x_{gew}}$$

$$b = y_e - ax_e$$

3. Das statistische Wahrscheinlichkeitsprinzip.

Die Gehälter der Meister sind Kosten, die in keinem ursächlichen Zusammenhang zum Beschäftigungsgrad, Produktionsprogramm usw. stehen. ¹⁾

1) Hall, R., a.a.O. S. 106 ff.

Sie bilden ein Beispiel dafür, daß die funktionale Abhängigkeit hier nur durch statistisches Inbezugsetzen zweier Größen erreicht werden kann.

Gehören zu einem Meisterbereich mehrere Schmelzöfen, so sind die Ausgaben für den Meister kostenmäßig auf die einzelnen Schmelzöfen zu verteilen, bei gleicher Größe und Art der Schmelzen gleichmäßig, bei verschiedener Größe und verschiedenen Schmelzen entsprechend anteilig. Je kürzer die Schmelzzeiten, sei es aufgrund des geringen Fassungsvermögens des Ofens, sei es aufgrund der Besonderheit der Schmelze, und je größer die Anzahl der Proben, z.B. bedingt durch eine besondere Qualität der verlangten Schmelze, desto größer die Arbeit des Meisters und desto größer die kostenmäßige Belastung des Ofens.

Angenommen, ein Ofen hat bei dreischichtiger Arbeitsweise 600,-- DM an anteiligem Meistergehalt zu tragen, so beträgt der Stundensatz bei 624 Stunden/Monat

$$\frac{600}{624} = 0,96 \text{ DM/Stunde.}$$

Bezieht man die Kosten auf die Schmelzzeit h_g einschließlich der notwendigen Einsetzzeit h_e , so betragen sie

$$k_m = \frac{0,96}{60} \cdot (h_g + h_e) \text{ DM/Min.}$$

Mit dieser Gleichung ist zwar ein funktionaler Zusammenhang zwischen Meistergehalt und Schmelzzeit dargestellt, der formell der Kosteneinflußgrößenrechnung entspricht, nicht aber ihrem eigentlichen Wesen, denn der mathematisch funktionale Zusammenhang beruht lediglich auf statistisch ermittelten Größen.

Mit den drei beschriebenen Methoden, die Hall verwendet, sind gleichzeitig auch die Schwierigkeiten der Rechnung determiniert. Sowohl die zweite als auch in besonderem Maße die dritte Methode, stellen eine Kompro-

mißlösung dar. Sie machen es zwar möglich, die gesamte Kostenrechnung in Form der Kosteneinflußgrößenrechnung durchzuführen und, wie Hall feststellt, mit einem viel größeren Maß an Genauigkeit als die vergangenheitsbezogene Divisions- und Zuschlagskalkulation, doch darf dabei nicht übersehen werden, daß die Kosteneinflußgrößenrechnung letztlich kein geschlossenes System bildet und ihr eigentliches Anwendungsgebiet in der Bestimmung von Verbrauchsfunktionen liegt. Sie stützt sich auf chemische und physikalische Gesetze. Sind diese Gesetze nicht vorhanden, bzw. wirken zu viele Einflußfaktoren auf eine Kostenart ein, dann ist auch die Kosteneinflußgrößenrechnung nur mit Vorbehalt anwendbar.

IV. Linear Programming.

Eine weitere Rechenmethode, deren Bedeutung für die Unternehmensführung in den letzten Jahren immer mehr zugenommen hat, ist unter dem Namen linear programming bekannt geworden.

Während die Investitionsrechnung dem Wesen der Produktionsanlagen als Kapitalinvestition entspricht und die Kosteneinflußgrößenrechnung sich aus dem Wesen der Produktionsanlagen als technische Konstruktion ableiten läßt, ist das linear programming dann anwendbar, wenn die Produktionsanlagen in ihrer Eigenschaft als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß im Vordergrund der Betrachtung stehen.

Programming wird im Deutschen vielfach als Planungsrechnung übersetzt. Obwohl diese Übersetzung sinngemäß richtig ist, muß klargestellt werden, daß Planungsrechnung nur der Oberbegriff ist für alle Rechnungen, die im Rahmen der Unternehmensplanung durchgeführt werden. Zu der Planungsrechnung gehört demnach z.B. auch die Budgetkostenrechnung, die aber mit dem pro-

gramming nicht identisch ist. Mit Hilfe des programming können nur die Probleme gelöst werden, die eine ganz bestimmte Struktur aufweisen. Die erste Voraussetzung besteht darin, daß eine endliche Anzahl von Grundbedingungen gegeben sein muß, die mehrere Lösungen für das gestellte Problem zulassen. Zwei kleine Beispiele sollen diese Voraussetzung näher erläutern.

1. Ein Unternehmen unterhält Fabrikationsbetriebe an vier verschiedenen Orten. Eine große Anzahl von Kunden muß von den vier verschiedenen Betrieben beliefert werden. Welcher Betrieb die Belieferung des einzelnen Kunden übernimmt, ist aufgrund des Fertigungsprogrammes nicht festgelegt. Es bestehen demnach viele Möglichkeiten für die Aufstellung eines Absatzplanes. Als Grundbedingungen sind gegeben:

Die Produktionsmengen der vier Betriebe, die Absatzmenge und die Standorte der Betriebe und der Kunden.

2. Zum Antrieb von Maschinen wird eine bestimmte Menge Energie benötigt. Der Betrieb steht vor der Frage, ob und in welcher Form er diese Energie selber erzeugen soll oder ob der Bedarf ganz oder teilweise durch Fremdbezug gedeckt werden soll:

Fest steht die Menge der erforderlichen Energie und eine endliche Anzahl von Möglichkeiten zur Deckung des Energiebedarfs.

Die zweite Voraussetzung für die Lösung eines Problems mit Hilfe des programming besteht darin, die optimale Lösung aus der Summe der möglichen Lösungen zu definieren. Bei betriebswirtschaftlichen Problemen handelt es sich bei der gesuchten optimalen Lösung in der Mehrzahl der Fälle um die Lösung, bei der die Kosten minimiert werden bzw. die Gewinne maximiert werden.

Da wir unsere Ausführungen auf das linear programming beschränken möchten, lassen sich die Grundbedingungen mit Hilfe linearer Gleichungen darstellen. Die mathe-

mathematische Formulierung lautet demnach:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

Da die Grundbedingungen so formuliert sein müssen, daß sie mehrere Lösungen zulassen, muß $n > m$ sein. Die Zielfunktion, die angibt, welche Lösung angestrebt wird, läßt sich mathematisch in folgender Form darstellen:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \dots + c_nx_n = (\rightarrow \text{max. bzw. min.})$$

Zusätzlich gilt noch für alle praktischen Probleme die Voraussetzung, daß die Variablen $x_1, x_2, \dots, x_n$ keine Werte unter Null annehmen können. Diese Erkenntnis ergibt sich aus der logischen Überlegung, daß ein Ergebnis, das negative Mengen, Preise oder Kosten enthält, keine Lösung eines praktischen Problems darstellen kann.

Für die Lösung eines praktischen linear programming Problems, das die genannten mathematischen Voraussetzungen erfüllt, wurde die Simplex-Methode entwickelt, eine Lösungsmethode, die schneller und einfacher zu dem gewünschten Ergebnis führt als andere mathematische Methoden. Aus diesem Grund soll die Simplex-Methode anhand eines leicht verständlichen, einfachen Beispiels dargestellt werden.

Um die Simplex-Methode zu verstehen, muß man wissen, daß jede Lösung eines Systems von m linearen Gleichungen mit n Unbekannten, die die Eigenschaft hat, daß wenigstens $n - m$ Unbekannte Null sind, eine Basislösung ge-

nannt wird und daß nur eine Basislösung die gesuchte optimale Lösung sein kann. Die letzte Aussage beruht auf einem mathematischen Satz. Auf seinen Beweis, der z.B. mit Hilfe der Vektorenrechnung möglich ist, kann hier verzichtet werden. Bei der Simplex-Methode geht man nun so vor, daß man zuerst unter den gesetzten Bedingungen eine beliebige Basislösung sucht und dann im Verlauf weiterer Rechnungen die optimale Basislösung bestimmt.

Angenommen, die Kosten eines Betriebes sollen näher untersucht werden. Es handelt sich um einen Betrieb der metallverarbeitenden Industrie und es stellt sich heraus, daß die unterschiedlichen Kosten innerhalb einer längeren Rechnungsperiode sich teilweise durch die verschiedenen Preise der verarbeiteten Erze erklären lassen und daß diese Preise wiederum starken konjunkturellen Schwankungen unterliegen. Das Unternehmen benötigt für seine Fabrikationsbetriebe drei bestimmte Metalle. Zur Gewinnung dieser Metalle stehen mehrere Erzsorten zur Verfügung und es sollen nun jeweils im Einkaufszeitpunkt die kostengünstigsten Erzsorten ermittelt werden. Erste Voraussetzung für die mathematische Formulierung ist die Festlegung der Grundbedingungen, das heißt für unser Beispiel, daß der Metallgehalt der einzelnen Erze analytisch ermittelt werden muß. Außerdem ist in diesem Beispiel die Menge der zu erzeugenden drei Metalle gegeben. Die Erzeugnismenge soll für Metall M_1 100 Einheiten, für Metall M_2 140 Einheiten und für Metall M_3 120 Einheiten betragen.

Die Analyse zeigt folgende Ergebnisse:

Erze	ME Metall pro M_1	ME Erz M_2	M_3	Preise pro ME Erz
E_1	2	1	1	50
E_2	1	4	1	55
E_3	4	1	1	45
E_4	1	1	1	25
E_5	1	1	4	50
E_6	1	2	1	45
E_7	2	1	2	60
Geplante Erzeugung	100	140	120	

Zusätzlich kann man noch die Annahme machen, daß statt Erze auch reine Metalle bezogen werden können. In dem gewählten Beispiel soll es ohne weiteres klar sein, daß diese Möglichkeit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten keine Lösung des Problems darstellt, weil die Kosten viel zu hoch sind. Für die Lösung unseres Problems ist diese Möglichkeit aber deshalb wichtig, weil wir auf diese Weise sofort die erste Basislösung ermitteln können, die als Ausgangspunkt für die Simplex-Methode dient. Die obige Aufstellung läßt sich also wie folgt verlängern:

E_8	1	0	0	200
E_9	0	1	0	250
E_{10}	0	0	1	300

Sind $x_1, x_2 \dots x_{10}$ die Einsatzmengen der Erze, dann lassen sich die Grundbedingungen durch folgende lineare

Gleichungen darstellen:

$$(1) \quad 2x_1 + 1x_2 + 4x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 2x_7 + 1x_8 + 0x_9 + 0x_{10} \\ = 100$$

$$(2) \quad 1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 2x_6 + 1x_7 + 0x_8 + 1x_9 + 0x_{10} \\ = 140$$

$$(3) \quad 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 4x_5 + 1x_6 + 2x_7 + 0x_8 + 0x_9 + 1x_{10} \\ = 120$$

Eine Lösung dieses Gleichungssystems, die gleichzeitig eine Basislösung ist, lautet:

$$x_1 = 0, \quad x_2 = 0, \quad x_3 = 0, \quad x_4 = 0, \quad x_5 = 0, \quad x_6 = 0, \quad x_7 = 0, \quad x_8 = 100, \\ x_9 = 140, \quad x_{10} = 120$$

Diese Lösung gilt für den Fall, daß die Metalle in reiner Form bezogen werden. Gesucht werden soll aber die Lösung, bei der die Kosten minimiert werden. Unsere Zielfunktion lautet demnach, wenn (z) die Gesamtkosten sind

$$(4) \quad z = 50x_1 + 55x_2 + 45x_3 + 25x_4 + 50x_5 + 45x_6 + 60x_7 \\ + 200x_8 + 250x_9 + 300x_{10}$$

Da nur eine Basislösung die gesuchte Lösung sein kann, gilt es jetzt, einen Weg aufzuzeigen, der zu der optimalen Lösung führt, ohne daß erst alle Basislösungen ermittelt werden müssen. Zu diesem Zweck sehen wir uns noch einmal Tabelle (1) auf Seite (69) mit den dazu gehörigen Ergänzungen an. Diese Aufstellung zeigt z.B., daß eine Einheit von E_1 zwei Einheiten von E_8 und je eine Einheit von E_9 und E_{10} zu ersetzen vermag. Würde man also in die Kombination, die durch die erste Basislösung gegeben ist, die Menge F von E_1 einführen,

dann ergäbe sich für die Basislösung

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
0	0	0	0	0	0	0	100	140	120

folgende Änderung

F	0	0	0	0	0	0	$100-2F$	$140-1F$	$120-1F$
---	---	---	---	---	---	---	----------	----------	----------

Wollte man E_8 ganz durch E_1 ersetzen, dann müßte man 50 Einheiten von E_1 in die Kombination einführen.

50	0	0	0	0	0	0	0	90	70
----	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Da jedoch die Minimalkostenkombination ermittelt werden soll, wird man zweckmäßigerweise das Erz in die Kombination einführen, das die größte Kostenersparnis erbringt. Da die Kosten pro Einheit von $E_1, E_2, \dots, E_{10}$ bekannt sind und Tabelle (1) die Substitutionsmöglichkeiten aufzeigt, lassen sich die Kostenersparnisse, die durch Einführung eines anderen Erzes in die Kombination entstehen, leicht ermitteln. Wenn nämlich eine Einheit von E_1 2 Einheiten von E_8 , einer Einheit von E_9 und einer Einheit von E_{10} äquivalent ist, dann werden durch die Einführung von E_1 in die Kombination pro Einheit

$$400 + 250 + 300 - 50 = 900$$

Geldeinheiten gespart. Die Grenzkosten betragen also 900. Da aber keine negativen Ergebnisse möglich sind, können maximal auch nur 50 Einheiten von E_1 in die Kombination eingeführt werden. Tabelle (2) zeigt die Grenzkosten für $E_1, E_2 \dots E_7$, wenn $F = -1$ ist.

Aus Tabelle (2) folgt, daß es am vorteilhaftesten ist für die Kostengestaltung, E_5 in die Kombination einzuführen. Da negative Werte nicht entstehen können, gelten für die neue Kombination folgende Bedingungen:

$$100 - 1F \geq 0, \quad 140 - 1F \geq 0, \quad 120 - 4F \geq 0.$$

Tabelle (2)

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	Grenzkosten
	0	0	0	0	0	0	0	100	140	120	
E_1	-1	0	0	0	0	0	0	+2	+1	+1	+ 900
E_2	0	-1	0	0	0	0	0	+1	+4	+1	+ 1445
E_3	0	0	-1	0	0	0	0	+4	+1	+1	+ 1305
E_4	0	0	0	-1	0	0	0	+1	+1	+1	+ 725
E_5	0	0	0	0	-1	0	0	+1	+1	+4	+ 1600
E_6	0	0	0	0	0	-1	0	+1	+2	+1	+ 955
E_7	0	0	0	0	0	0	-1	+2	+1	+2	+ 1190
	50	55	45	25	50	45	60	200	250	300	

Demnach können maximal 30 Einheiten von E_5 in die Kombination eingeführt werden. Diese 30 Einheiten von E_5 ersetzen E_{10} vollständig und E_8 und E_9 teilweise. Die neue Basislösung heißt:

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
0	0	0	0	30	0	0	70	110	0

Zu dieser neuen Basislösung gehört auch ein neues Gleichungssystem. Tabelle (2) ermöglicht es, auf einfache Weise dieses Gleichungssystem zu ermitteln, indem man berücksichtigt, daß E_5 in die Kombination eingeführt worden ist und man in diesem Sinne jede einzelne Reihe modifiziert, so wie das schon bei der Ermittlung der neuen Basislösung geschehen ist. Tabelle (3) zeigt den Übergang zu der neuen Situation.

Tabelle (3) läßt folgende Schlüsse zu:

$120 - 4F_0 = 0$	$F_0 = 30$
$1 - 4F_1 = 0$	$F_1 = 0,25$
$1 - 4F_2 = 0$	$F_2 = 0,25$
$1 - 4F_3 = 0$	$F_3 = 0,25$
$1 - 4F_4 = 0$	$F_4 = 0,25$
$-4F_5 = -1$	$F_5 = 0,25$
$1 - 4F_6 = 0$	$F_6 = 0,25$
$2 - 4F_7 = 0$	$F_7 = 0,50$

Tabelle (3)

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
0	0	0	0	F_0	0	0	$100-1F_0$	$140-1F_0$	$120-4F_0$
-1	0	0	0	F_1	0	0	$2-1F_1$	$1-1F_1$	$1-4F_1$
0	-1	0	0	F_2	0	0	$1-1F_2$	$4-1F_2$	$1-4F_2$
0	0	-1	0	F_3	0	0	$4-1F_3$	$1-1F_3$	$1-4F_3$
0	0	0	-1	F_4	0	0	$1-1F_4$	$1-1F_4$	$1-4F_4$
0	0	0	0	F_5	0	0	$-1F_5$	$-1F_5$	$-4F_5$
0	0	0	0	F_6	-1	0	$1-1F_6$	$2-1F_6$	$1-4F_6$
0	0	0	0	F_7	0	-1	$2-1F_7$	$1-1F_7$	$2-4F_7$

Setzt man die ermittelten Werte für $F_1, F_2, \dots, F_7$ in die Tabelle (3) ein, so erhält man die neue Basislösung mit den dazugehörigen Gleichungen. In tabellarischer Anordnung lautet die Lösung wie folgt:

Tabelle (4)

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	Grenzkosten
	0	0	0	0	30,00	0	0	70,00	110,00	0	
E_1	-1	0	0	0	0,25	0	0	1,75	0,75	0	+ 500
E_2	0	-1	0	0	0,25	0	0	0,75	3,75	0	+ 1045
E_3	0	0	-1	0	0,25	0	0	3,75	0,75	0	+ 905
E_4	0	0	0	-1	0,25	0	0	0,75	0,75	0	+ 325
E_{10}	0	0	0	0	0,25	0	0	-0,25	-0,25	-1	- 400
E_6	0	0	0	0	0,25	-1	0	0,75	1,75	0	+ 555
E_7	0	0	0	0	0,50	0	-1	1,50	0,50	0	+ 390
	50	55	45	25	50	45	60	200	250	300	

Tabelle (4) zeigt, daß die größte Kostenersparnis eintritt, wenn E_2 in die Kombination eingeführt wird.

Tabelle 5 zeigt den Übergang zu der neuen Basislösung und Tabelle (6) die neue Basislösung mit dem dazugehörigen Gleichungssystem.

Tabelle (5)

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
0	F_0	0	0	$30-0,25F_0$	0	0	$70-0,75F_0$	$110-3,75F_0$	0
-1	F_1	0	0	$0,25-0,25F_1$	0	0	$1,75-0,75F_1$	$0,75-3,75F_1$	0
0	F_2	0	0	$-0,25F_2$	0	0	$-0,75F_2$	$-3,75F_2$	0
0	F_3	-1	0	$0,25-0,25F_3$	0	0	$3,75-0,75F_3$	$0,75-3,75F_3$	0
0	F_4	0	-1	$0,25-0,25F_4$	0	0	$0,75-0,75F_4$	$0,75-3,75F_4$	0
0	F_5	0	0	$0,25-0,25F_5$	0	0	$-0,25-0,75F_5$	$-0,25-3,75F_5$	-1
0	F_6	0	0	$0,25-0,25F_6$	-1	0	$0,75-0,75F_6$	$1,75-3,75F_6$	0
0	F_7	0	0	$0,50-0,25F_7$	0	-1	$1-0,75F_7$	$0,50-3,75F_7$	0

$110,00 - 3,75F_0 = 0$	$F_0 = 29,333$
$0,75 - 3,75F_1 = 0$	$F_1 = 0,2$
$-3,75F_2 = -1$	$F_2 = 0,267$
$0,75 - 3,75F_3 = 0$	$F_3 = 0,2$
$0,75 - 3,75F_4 = 0$	$F_4 = 0,2$
$-0,25 - 3,75F_5 = 0$	$F_5 = -0,067$
$1,75 - 3,75F_6 = 0$	$F_6 = 0,467$
$0,50 - 3,75F_7 = 0$	$F_7 = 0,133$

Tabelle (6)

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	Grenzkosten
	0	29,33	0	0	22,667	0	0	48	0	0	
E_1	-1	0,2	0	0	0,20	0	0	1,6	0	0	+291,0
E_9	0	0,267	0	0	-0,067	0	0	0,2	-1	0	-198,66
E_3	0	0,2	-1	0	0,2	0	0	3,6	0	0	+696,0
E_4	0	0,2	0	-1	0,2	0	0	0,6	0	0	+116,0
E_{10}	0	-0,067	0	0	0,234	0	0	-0,2	0	-1	-332,0
E_6	0	0,467	0	0	0,133	-1	0	0,4	0	0	+ 67,34
E_7	0	0,133	0	0	0,467	0	-1	0,9	0	0	+150,67
	50	55	45	25	50	45	60	200	250	300	

In dieser neuen Situation erweist es sich als zweckmäßig, E_8 durch E_3 zu ersetzen. Dadurch ist eine weitere Kostenersparnis möglich.

Tabelle (7)

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}			
0	29,53	$-0,2F_0$	F_0	0	22,667	$-0,2F_0$	0	0	48,0	$-3,6F_0$	0	0
-1	0,2	$-0,2F_1$	F_1	0	0,2	$-0,2F_1$	0	0	1,6	$-3,6F_1$	0	0
0	0,267	$-0,2F_2$	F_2	0	-0,067	$-0,2F_2$	0	0	0,2	$-3,6F_2$	-1	0
0		$-0,2F_3$	F_3	0		$-0,2F_3$	0	0		$-3,6F_3$	0	0
0	0,2	$-0,2F_4$	F_4	-1	0,2	$-0,2F_4$	0	0	0,6	$-3,6F_4$	0	0
0	-0,067	$-0,2F_5$	F_5	0	0,234	$-0,2F_5$	0	0	-0,2	$-3,6F_5$	0	-1
0	0,467	$-0,2F_6$	F_6	0	0,133	$-0,2F_6$	-1	0	0,4	$-3,6F_6$	0	0
0	0,133	$-0,2F_7$	F_7	0	0,467	$-0,2F_7$	0	-1	0,9	$-3,6F_7$	0	0

$$48,0 - 3,6F_0 = 0$$

$$1,6 - 3,6F_1 = 0$$

$$0,2 - 3,6F_2 = 0$$

$$-3,6F_3 = -1$$

$$0,6 - 3,6F_4 = 0$$

$$-0,2 - 3,6F_5 = 0$$

$$0,4 - 3,6F_6 = 0$$

$$0,9 - 3,6F_7 = 0$$

$$F_0 = 1,333$$

$$F_1 = 0,444$$

$$F_2 = 0,056$$

$$F_3 = 0,278$$

$$F_4 = 0,167$$

$$F_5 = -0,056$$

$$F_6 = 0,111$$

$$F_7 = 0,25$$

Tabelle (8)

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	Grenzkosten
	0	26,667	13,33	0	20,000	0	0	0	0	0	
E ₁	-1	0,111	0,444	0	0,211	0	0	0	0	0	- 13,35
E ₉	0	0,256	0,056	0	0,056	0	0	0	-1	0	-230,60
E ₈	0	-0,055	0,278	0	-0,055	0	0	-1	0	0	-193,27
E ₄	0	0,166	0,167	-1	0,166	0	0	0	0	0	- 0,055
E ₁₀	0	-0,056	-0,056	0	0,223	0	0	0	0	-1	-294,45
E ₆	0	0,445	0,111	0	0,111	-1	0	0	0	0	- 9,97
E ₇	0	0,083	0,25	0	0,417	0	-1	0	0	0	- 23,33
	50	55	45	25	50	45	60	200	250	300	

Tabelle (8) zeigt, daß eine weitere Kostenersparnis nicht mehr möglich ist. Die Grenzkosten sind in jedem Fall negativ, d.h., daß die Kosten jeder anderen Kombination höher liegen. Die kostenoptimale Kombination besteht aus 26,667 Mengeneinheiten von E₂, 13,33 Einheiten von E₃ und 20,00 Einheiten von E₅.

Manchmal besteht auch die Möglichkeit, dasselbe Problem mathematisch als eine Minimum- oder eine Maximumaufgabe zu formulieren. In diesem Fall wird man selbstverständlich der Lösungsform den Vorzug geben, die einfacher zu dem Ergebnis führt. Zur näheren Erläuterung mag folgendes Beispiel dienen:

Angenommen, es soll ein ganz bestimmtes Fertigungsprogramm durchgeführt werden. Es stehen mehrere Produktionsfaktoren zur Verfügung, zwischen denen teilweise Substituierbarkeit besteht. Es soll nun die Kombination der Produktionsfaktoren ermittelt werden, mit deren Hilfe das Fertigungsprogramm mit minimalen Kosten erstellt

werden kann. Da das Fertigungsprogramm und damit die Einnahmenseite festliegen, ist die Kombination, die das Fertigungsprogramm mit minimalen Kosten erstellt auch gleichzeitig die Kombination, bei der der Gewinn maximiert wird. Es ist deshalb für die Lösung des Problems gleichgültig, ob man die Kombination sucht, bei der der Gewinn maximiert wird oder bei der die Kosten minimiert werden.

Abschließend ist noch die Frage zu klären, ob die Simplex-Methode auf jeden Fall zu einer Lösung führt. Das muß verneint werden. A. Charnes, W.W. Cooper, A. Henderson ¹⁾ haben sich eingehend damit beschäftigt. Da die Methode jedoch für die meisten praktischen Fälle anwendbar ist, soll auf eine mathematisch exakte Darstellung ihrer Unzulänglichkeiten verzichtet werden.

3. Abschließende Betrachtung zum linear programming.

Das linear programming ist so vielseitig und wirft so mannigfache Probleme auf, wie die Arbeiten von A. Charnes, W.W. Cooper and A. Henderson, R. Dorfman und A. Vazsonyi beweisen, daß es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, eine erschöpfende Antwort auf alle Fragen zu geben. Da das linear programming jedoch die Rechnungsart ist, die dem Wesen der Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß entspricht, fügt sie sich harmonisch in den Aufbau der Arbeit ein und erfordert eine kurze Darstellung ihrer Arbeitsweise.

Ein Vorwurf, der dem linear programming immer wieder gemacht wird, ist der, daß nur lineare Abhängigkeiten in der Rechnung berücksichtigt werden. Dieser Vorwurf ist aber nur teilweise berechtigt. Einmal ist es durchaus möglich, daß kleine Teilabschnitte von Kurven als Geraden angesehen werden können und andererseits bemühen sich die Theoretiker des linear programming Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, für den Fall, daß eine

1) A. Charnes, W.W. Cooper, A. Henderson, An Introduction to Linear Programming, New York 1953.

Linearität nicht besteht,¹⁾ als Nachteil des linear programming ist zweifellos auch noch die Schwierigkeit der Rechnung bei einem größeren Projekt zu nennen. Es ist deshalb noch nicht vorauszusagen, ob das linear programming einmal den Platz einnehmen kann, der ihm als bedeutendes Hilfsmittel der Unternehmensführung durchaus zusteht. Der Vorteil des linear programming liegt jedoch ohne Zweifel darin, daß es sich nicht um eine ceteris paribus Betrachtung handelt. Die ceteris paribus Betrachtung hat vor der endgültigen Formulierung des Rechnungsansatzes durchaus ihre Berechtigung, vermittelt sie doch oftmals wichtige Aufschlüsse, aber das letzte Ziel ist jeweils, die Berücksichtigung der gesamten Einflüsse und die sich daraus ergebenden Auswirkungen. Erst diese umfassende Erkenntnis schafft eine wirkliche Grundlage für die unternehmerische Entscheidung. Diesen Anforderungen entspricht ohne Zweifel das linear programming am besten.

1) Vassonyi, A. a.a.O. S. 194 ff. Convex Programming.

D. Unternehmerische Dispositionen unter der Voraussetzung eines stationären Absatzmarktes für die Unternehmung.

Auf der Suche nach einem einheitlichen Kriterium für den Aufbau und die Abgrenzung von Modellen im Rahmen einer Dispositionslehre stand sogleich fest, daß dieses Kriterium so zu wählen sei, daß der Charakter der Arbeit, die als Teil einer Dispositionslehre anzusehen ist, betont wird. Die übliche Einteilung in Beschäftigungsvariation und Betriebsgrößenvariation schied als zu eng aus. Andererseits mußte die Einteilung und Abgrenzung der Modellfälle aber auch so beschaffen sein, daß sich Wiederholungen und Überschneidungen weitgehend vermeiden ließen.

Da der Absatz in jeder Unternehmung die dominierende Größe darstellt und deshalb letztlich alle unternehmerischen Dispositionen absatzorientiert sein müssen, führten weitere Überlegungen zur Konzeption von drei Modellfällen, die durch die Lage am Absatzmarkt - aus der Sicht des Unternehmers - determiniert werden.

Jeder der drei folgenden Modellfälle stellt eine bestimmte Situation dar, in die der Unternehmer sich gestellt sehen kann. Aus der Situation heraus ergeben sich die Probleme, die der Unternehmer zu lösen hat. So lassen sich drei Situationen unterscheiden, denen er sich aufgrund seiner Erwartungen gegenüber sieht:

1. Der Unternehmer erwartet, daß sich der Absatz des Unternehmens nicht **ändern wird**.
2. Der Unternehmer erwartet, daß der Absatz des Unternehmens oszillativen Schwankungen unterliegt.
3. Der Unternehmer erwartet, daß sich die Marktsituation für das Unternehmen grundlegend ändert. Aus diesem Grunde ist eine totale Anpassung erforder-

lich, die zu einer vollständigen Neugestaltung des Produktionsablaufes führt.

In dem ersten Modell soll ein bestimmter gegebener Betrieb zugrundegelegt werden. Der Unternehmer rechnet für den folgenden Planungszeitraum von etwa 2 - 5 Jahren mit einem gleichbleibenden Absatz, so daß keine Ursache besteht, den Betrieb zu erweitern oder Teile stillzulegen. Die Voraussetzung eines stationären Absatzmarktes soll beinhalten, daß der Unternehmer keine Veranlassung hat, sein Fertigungsverfahren oder sein Produktionsprogramm grundlegend zu ändern; sie soll aber nicht besagen, daß es für den Unternehmer weder eine Preis- noch eine Qualitätskonkurrenz gibt. Vielmehr hat der Unternehmer unter den gesetzten Prämissen sein Hauptaugenmerk auf die Höhe der Kosten und die Kostenstruktur zu richten. Speziell auf die Produktionsanlagen bezogen heißt das, daß einerseits während der Lebensdauer einer Anlage die Differenz zwischen ihrem Einnahmen- und Ausgabenstrom zu maximieren ist und andererseits der Ersatzzeitpunkt und das Ersatzaggregat so zu bestimmen sind, daß ebenfalls der Gewinn maximiert wird.

Im ersten Fall sind die Produktionsanlagen Datum, im zweiten Fall Objekt unternehmerischer Dispositionen.

I. Die optimale Nutzung der Produktionsanlagen.

Über die Notwendigkeit, die Produktionsanlagen zeitlich und qualitativ stets voll zu beschäftigen, ist

schon viel gesagt und geschrieben worden.¹⁾ Ein großer Teil der Kosten, insbesondere der Abschreibungen, hat fixen Charakter, so daß die Lehre von den fixen Kosten letztlich auch eine Lehre von der optimalen Nutzung der Produktionsmittel ist. Bei Nichtausnutzung der Kapazität, also der vollen möglichen Leistungsfähigkeit einer Maschine, steigen die Kosten pro erzeugter Einheit. Diese Steigung wird bewirkt durch die nicht nutzungsbedingten Kosten, wie zeitabhängige Abschreibung, Pflege und Wartung. Im weiteren Sinne gehören auch noch die fixen Ausgaben der gesamten Produktiveinheit dazu, wie die Löhne des Bedienungspersonals, ein Teil der Gehälter des dispositiven Faktors, Steuern, Versicherungsausgaben usw., die letztlich durch die effektiv erstellten Produkte, also die Leistungen, getragen werden müssen. Monetär ausgedrückt heißt das, daß Ausgaben in der Vergangenheit getätigt worden sind bzw. Verträge (Kündigungsfristen) abgeschlossen worden sind, die zu laufenden Ausgaben führen, ohne daß diese Ausgaben in dem Umfang Einnahmen erzeugen, wie es technisch möglich wäre. Da diese Ausgaben bzw. Verträge aber nicht mehr, bzw. nicht sofort rückgängig gemacht werden können, muß eine geschickte Geschäftsführung dafür sorgen, den geplanten Einnahmenstrom doch noch zu realisieren. Doch selbst

1) Bredt, O., Die Krise der Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf 1956; Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I Die Produktion, Berlin Göttingen-Heidelberg 1959; Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Wiesbaden 1959; Rummel, K., Einheitliche Kostenrechnung auf der Grundlage einer vorausgesetzten Proportionalität der Kosten zu betrieblichen Größen, Düsseldorf 1949; Schmalenbach, E., Selbstkostenrechnung und Preispolitik, Leipzig 1934; Schneider, E., Industrielles Rechnungswesen, Tübingen 1957; Walther, A., Einführung in die Wirtschaftslehre der Unternehmung, Bd. I Der Betrieb, Zürich 1947.

dann, wenn der Absatz keinen Engpaß darstellt, können die Kosten pro erzeugte Einheit durch eine günstigere Kombination der Produktionsfaktoren gesenkt werden.

Es gilt in diesem Kapitel grundsätzlich drei Probleme zu behandeln:

1. Das gewinnmaximale Fertigungsprogramm ist zu ermitteln.
2. Die vorhandenen Produktionsfaktoren sind zu optimalen Produktiveinheiten zusammenzustellen, so daß der gesamte Betrieb das Produktionsprogramm mit den niedrigsten Kosten erstellen kann.
3. Die erforderlichen Arbeitsgänge sind so auf die einzelnen Produktiveinheiten zu verteilen und so hintereinander zu schalten, daß die Durchlaufzeiten der Produkte ein Minimum und dadurch die Kosten so niedrig wie möglich werden.

Im zweiten Fall können durch qualitative Änderungen quantitative Effekte erzielt werden. Da Qualitäten nicht quantitativ erfaßt bzw. ausgedrückt werden können, ist es grundsätzlich nicht möglich, die qualitativ optimale Kombination rechnerisch zu ermitteln. Ist doch bei rein qualitativer Variation der input der Faktorbestände konstant, während die Faktoreinsätze und der Ertrag fallen bzw. steigen.

Eine qualitativ bessere und damit kostengünstigere Kombination der Produktionsfaktoren kann z.B. dadurch erreicht werden, daß nicht drei Maschinen von einem Arbeiter bedient werden, sondern daß sechs Maschinen von zwei Arbeitern bedient werden und dadurch die effektive Laufzeit der sechs Maschinen erhöht wird, was möglich ist, wenn die Arbeiter die Aufgabe haben, den Produktionsvorgang zu überwachen und nur bei Störungen einzugreifen. In diesem Fall ist es günstig, wenn der Einsatz der Arbeiter möglichst beweglich gestaltet wird,

d.h. ein Arbeiter nicht auf bestimmte Maschinen festgelegt ist, sondern jeweils der freie Arbeiter sich der nächsten Störung annimmt. Die Grenze liegt allerdings dort, wo der Bereich zu groß wird, so daß der einzelne Arbeiter seinen Verantwortungsbereich verliert.

Dieses Beispiel zeigt, wie bei Konstanz der Faktorbestände Produktionsanlagen und Arbeiter durch qualitative Änderungen der Kombination eine Steigerung der Faktoreinsatzmengen und der Erträge erreicht wird. Die qualitative Änderung schafft erst die Voraussetzung für ein Steigen von input und output, also für eine quantitative Änderung.

Hier erscheint es notwendig, auf den Unterschied hinzuweisen, zwischen einer qualitativen Änderung der Kombination und einer qualitativen Änderung der Produktionsfaktoren. Die Qualität der Produktionsfaktoren, z.B. das fachliche Können eines Arbeiters, gehen als Datum in die Kombination ein. Je besser die Qualität der Produktionsfaktoren ist, desto größer wird der Ertrag sein. Eine weitere Voraussetzung für den maximalen Ertrag ist aber die optimale Kombination der Produktionsfaktoren und insofern ist es notwendig, zwischen den einzelnen Faktorkombinationen qualitative Unterschiede zu machen. Die Prämisse konstanter Faktorbestände, die dem Modell zugrunde liegt, soll auch gleichzeitig die Konstanz der Faktorqualitäten einschließen. Alle weiteren Ausführungen beziehen sich also nur auf die Qualität der Faktorkombination, die letztlich ein Organisationsproblem darstellt. Da jede Rechenmethode nur quantitative Vorgänge erfassen kann, ist es zwar möglich, die Auswirkungen einer qualitativen Änderung quantitativ zu erfassen, es ist aber nicht möglich, die notwendigen qualitativen Voraussetzungen für einen maximalen Ertrag rechnerisch zu bestimmen.

Optimale qualitative Voraussetzungen zu schaffen, ist Aufgabe des dispositiven Faktors. Seine Fähigkeiten entscheiden darüber, ob die qualitativ optimale Kombination erreicht wird, die eine Basis darstellt, von der aus es möglich ist, die quantitativen Prozesse zu lenken.

Leider fehlt es an den notwendigen wissenschaftlichen Hilfsmitteln zur Bestimmung der optimalen qualitativen Kombination der Produktionsfaktoren. Deshalb können im Rahmen dieser Arbeit nur quantitative Probleme näher untersucht werden, die Qualitäten der Produktionsfaktoren und der Kombination gehen als Prämissen in die Rechnung ein. Es ist allerdings möglich, bestimmte Vergleiche durchzuführen. Setzt man dabei den Faktorbestand als konstant voraus, variiert die Faktorkombination und läßt als Folge davon Schwankungen der Faktoreinsatzmengen zu, dann ist das nichts anderes als ein rechnerischer Vergleich unterschiedlicher qualitativer Kombinationen. Mit Hilfe des linear programming kann auch bei einer großen Anzahl quantitativer Einflüsse die qualitativ beste Kombination d.h. die gewinnmaximale Kombination der Produktionsfaktoren errechnet werden. Es führt aber kein Weg zwangsläufig zur besten Kombination, es ist nur möglich aus einer Anzahl von bekannten Kombinationen die gewinnmaximale zu bestimmen. Die mathematische Ermittlung der qualitativ besten Ersatzmaschine und des besten Ersatzzeitpunktes wird im nächsten Kapitel erläutert, wenn durch einen Vergleich zwischen der alten und der neuen Maschine festgestellt wird, ob die Anschaffung der neuen Maschine erfolgen soll.

Das dritte Problem, nämlich die erforderlichen Arbeitsgänge so auf die einzelnen Produktiveinheiten zu verteilen und so hintereinander zu schalten, daß die Kosten möglichst gering sind, besteht in der Er-

mittlung der qualitativ besten Kombination und kann mit Hilfe des linear programming gelöst werden.

An zwei Beispielen soll gezeigt werden, wie die mathematischen Ansätze zur Lösung dieser Dispositionsaufgaben gefunden werden können und gleichzeitig die Bedeutung mathematischer Berechnungen als Dispositionshilfen noch einmal unterstrichen werden.

Beispiel 1

Ein Unternehmer will für seinen Betrieb das gewinnmaximale Fertigungsprogramm ermitteln. Ihm stehen insgesamt (m) verschiedene Produktionsfaktoren zur Verfügung. Im einzelnen handelt es sich um eine bestimmte Anzahl von gleichartigen Maschinen (z.B. Spinnmaschinen, Webstühle, Nähmaschinen), Arbeitskräfte, die diese Maschinen bedienen und Rohmaterial (z.B. Wolle, Seide, Kunstfaser). Die Art und Ausstattung des Betriebes erlaubt die Produktion von (n) verschiedenen Produktarten. Gibt P_{ij} die Anzahl der Einheiten des Produktionsfaktors i (z.B. Maschinenstunden, Arbeitsstunden, kg Rohmaterial) an, die erforderlich sind zur Produktion einer Einheit des Produktes j (z.B. Garn, Stoff, Kleid) und ist q_i die maximal zur Verfügung stehende Menge des Produktionsfaktors i, dann gelten folgende Ungleichungen:

$$\begin{array}{rcll} p_{11}x_1 + p_{12}x_2 + \dots + p_{1n}x_n & \leq & q_1 & i = 1, 2, \dots, m \\ p_{21}x_1 + p_{22}x_2 + \dots + p_{2n}x_n & \leq & q_2 & \\ \text{"} & & & j = 1, 2, \dots, n \\ p_{m1}x_1 + p_{m2}x_2 + \dots + p_{mn}x_n & \leq & q_m & \end{array}$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$ ist die gesuchte Menge, die jeweils von den einzelnen Produkten herzustellen ist. Diese Größen können niemals kleiner als Null werden.

Der Stückgewinn pro produzierter Einheit j beträgt c_j . Daraus folgt, daß zur Lösung des Problems das Maximum

der Funktion bestimmt werden muß, die den Gesamtgewinn determiniert:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n = G$$

Beispiel 2 ¹⁾

Eine Maschinenfabrik soll drei Produkte herstellen. Die einzelnen Stücke werden an verschiedenen Maschinen bearbeitet, aber nur drei Maschinenarten stellen einen Engpaß dar. Der Unternehmer weiß, wieviel Maschinenstunden ihm insgesamt von jeder der drei Maschinenarten zur Verfügung stehen, und zwar von Maschinentyp A 236 Stunden, von Maschinentyp B 460 Stunden und von Maschinentyp C 612 Stunden. Für jedes der drei Produkte I, II und III gibt es drei verschiedene Produktionsmöglichkeiten, wie Tabelle 1 zeigt:

P r o d u k t e

		I			II			III			Maschi- nen- stunden
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	
A	1	0,4	0,8	1,2	0,4	0,2		0,4	0,2		$h_1 = 236$
B	2	0,4		0,2	0,6	0,2	0,4	0,2	1,2	1,6	$h_2 = 460$
C	3	0,4	0,6	0,2	0,8	1,6	2,0	1,4	0,8	0,4	$h_3 = 612$
Mindest- erzeugung		100			200			300			

So kann z. B. Produkt I hergestellt werden mit je 0,4 Maschinenstunden von Maschinentyp A, B und C, oder mit 0,8 Maschinenstunden von Maschinentyp A und 0,6 Maschinenstunden von Maschinentyp C. Insgesamt sollen

1) Vazsonyi, A., u.a.C. S. 53 ff.

jedoch mindestens 100 Einheiten von Produkt I, 200 Einheiten von Produkt II und 300 Einheiten von Produkt III hergestellt werden. Die Aufgabe besteht darin, bei der gegebenen Anzahl Maschinenstunden die Mindestherzeugungsmenge zu erstellen und darüber hinaus die Produkte, die den höchsten Gewinn erbringen. Geben $x_1, x_2, \dots, x_9$ die Anzahl der erstellten Produkte nach den verschiedenen Verfahren an, so gelten folgende Ungleichungen:

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 100$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \geq 200$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \geq 300$$

Der Stückgewinn von Produkt I beträgt 25,- DM, von Produkt II 20,- DM und von Produkt III 30,- DM. Der Gesamtgewinn (z), der maximiert werden soll, wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$z = 25 (x_1 + x_2 + x_3) + 20 (x_4 + x_5 + x_6) + 30 (x_7 + x_8 + x_9)$$

Da insgesamt nur 236 Maschinenstunden des Typs A zur Verfügung stehen, 460 des Typs B und 612 des Typs C, gelten nach Tabelle 1 folgende Ungleichungen:

$$\begin{aligned} 0,4 x_1 + 0,8 x_2 + 1,2 x_3 + 0,4 x_4 + 0,2 x_5 + 0,4 x_7 \\ + 0,2 x_8 \leq 236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,4 x_1 + 0,2 x_3 + 0,6 x_4 + 0,2 x_5 + 0,4 x_6 + 0,2 x_7 \\ + 1,2 x_8 + 1,6 x_9 \leq 460 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,4 x_1 + 0,6 x_2 + 0,2 x_3 + 0,8 x_4 + 1,6 x_5 + 2,0 x_6 \\ + 1,4 x_7 + 0,8 x_8 + 0,4 x_9 \leq 612 \end{aligned}$$

Damit ist der mathematische Ansatz gegeben und das Problem kann gelöst werden.

Wie aus den letzten beiden Beispielen deutlich hervorgeht, liegt die Hauptschwierigkeit des linear programming darin, den mathematischen Ansatz zu finden. Die

mathematische Formulierung eines praktischen Problems verlangt, abgesehen von einer so einfachen Aufgabe, wie wir sie zur Darstellung der Simplex-Methode ausgewählt haben, in den meisten Fällen die Einführung zusätzlicher Prämissen, also die Einführung gewisser Vereinfachungen bzw. Beschränkungen. Sehen wir uns daraufhin Beispiel (2) einmal genauer an. Als Grundbedingung wird hier vorausgesetzt, daß pro Maschinenart eine ganz bestimmte Anzahl Maschinenstunden zur Verfügung steht, und es wird angegeben, wieviel Maschinenzeit von den verschiedenen Maschinentypen zur Fertigung eines Produktes benötigt wird. Diese Zahlen müssen in der Praxis aber erst ermittelt werden. In all den Fällen, in denen die Maschinen nicht vollautomatisch arbeiten, der Arbeiter also noch weitgehend den zeitlichen Arbeitsablauf bestimmt, weil die Maschinen ihm lediglich als Werkzeuge zur Bearbeitung eines Werkstückes dienen, existiert kein absolut gültiger Wert, der die Bearbeitungszeit pro Produktart und Maschinentyp angibt. Statistische Berechnungen und statistische Mittelwerte müssen mathematische Exaktheit ersetzen. Abgesehen von dem Einfluß des einzelnen Arbeiters auf die Bearbeitungszeit eines Werkstückes an einer Maschine, ist auch die Anzahl der Maschinenstunden nicht exakt bestimmbar. Durch Störungen im Arbeitsablauf und Maschinenschäden treten immer wieder Ausfallzeiten auf. Diese Maschinenausfallzeiten lassen sich ebenfalls nur mit statistischer Genauigkeit in die Rechnung einbeziehen. Weiterhin ist zu beachten, daß bei vielen Maschinen die Möglichkeit besteht, die Leistungsabgabe zu variieren, also eine Maschine schneller bzw. langsamer laufen zu lassen. Unterstellen wir einmal, daß dies im vorliegenden Fall auch möglich ist, dann läßt sich nicht eindeutig festlegen, wieviel Maschinenzeit für die Fertigung der einzelnen Produkte notwendig ist. Wenn man die Leistung der Maschine er-

hört, würden vielleicht zur Fertigung von Produkt I nach dem Fertigungsverfahren (1) nur je 0,38 Maschinenstunden pro Maschine A, B und C erforderlich sein, während Fertigungsverfahren (2) 0,75 Maschinenstunden von Maschinentyp A und 0,58 Maschinenstunden von Maschinentyp C verlangte. Daraus folgt, daß in vielen Fällen die Koeffizienten der Variablen x_{ij} nicht eindeutig definiert sind. Für alle diese Fälle müssen aus den praktischen Erfahrungswerten Mittelwerte ausgewählt werden oder die Rechnung muß mit verschiedenen Werten durchgeführt werden um festzustellen, inwieweit die Ergebnisse durch Schwankungen der einzelnen Werte modifiziert werden.

Als optimale Lösung galt in dem angeführten Beispiel die gewinnmaximale Lösung. Die Zielfunktion enthält demnach die Stückgewinne der Produkte I, II und III. Bekanntlich ist der Stückgewinn aber keine feststehende Größe. Er resultiert aus den Durchschnittskosten und dem Verkaufspreis. Die gesamten Durchschnittskosten setzen sich aus variablen und fixen Kosten zusammen. Verteilt man die gesamten fixen Kosten des Betriebes gleichmäßig auf die produzierten Erzeugnisse, dann erfolgt durch eine Variation der Ausbringung einzelner Produktarten noch keine Änderung der fixen Kosten pro Stück, wenn die gesamte Ausbringung konstant bleibt. (Divisionskalkulation). Werden die einzelnen Produkte aber nicht mit dem gleichen Fixkostenanteil belastet, dann ist auch der Gewinn pro Produktart abhängig von der Anzahl der erstellten Erzeugnisse und damit abhängig vom Ergebnis der Rechnung. Da die gesamten fixen Kosten ex definitione unabhängig von der Ausbringung sind, müssen die fixen Kosten bei der Berechnung außer acht gelassen werden und die Differenz zwischen variablen Durchschnittskosten und Preis maximiert werden. Diese Regelung bedeutet aber noch keine endgültige Lösung

des Problems; denn auch die variablen Durchschnittskosten lassen sich pro Produktart nicht eindeutig fixieren. Abgesehen davon, daß bei jeder Rechnung mit statistischen Mittelwerten gearbeitet werden muß, enthalten die variablen Durchschnittskosten z.B. auch die Kosten, die durch die Inanspruchnahme der einzelnen Maschinen anfallen. Variiert man die Leistung der einzelnen Maschinen, so wie wir das zu Kontrollrechnungen vorgeschlagen haben, dann muß man exakterweise auch die Kosten pro Maschinenstunde in unterschiedlicher Höhe ansetzen. Das führt zu Änderungen der variablen Durchschnittskosten pro Produkt. Da jedoch in dem hier diskutierten Modellfall eine zeitliche Anpassung und eine intensitätsmäßige Anpassung ausgeschlossen ist, soll diese Problematik später behandelt werden.

II. Die Ersatzinvestition.

1. Die Berechnung der Rentabilität einer neuen Anlage.

Eine entscheidende Frage, die täglich erneut an den Unternehmer herantritt, ist die nach dem richtigen Ersatzzeitpunkt einer Anlage. Ist das erwerbswirtschaftliche Prinzip die Maxime unternehmerischer Dispositionen, dann wird der Unternehmer den Ersatzzeitpunkt so wählen, daß sein Gewinn maximiert wird. Der Einfluß auf den Gewinn geht in diesem Fall von der Qualität des Produktionsfaktors Produktionsanlagen aus. Demnach stellt die Rechnung im Endergebnis einen Qualitätsvergleich dar.

Grundsätzlich ist man sich darüber einig, daß es eine große Anzahl von qualitativen und quantitativen Faktoren gibt, die die unternehmerische Entscheidung beeinflussen. Trotzdem halten es viele Autoren für unumgänglich, auf rechnerischer Grundlage einen Vergleich anzustellen, obwohl in einer Rechnung nur Quantitäten berücksich-

sichtigt werden können. Das Ergebnis der Rechnung wird zwar nicht als allein entscheidend angesehen, wohl aber als ein wesentliches Kriterium.

Die einzelnen Methoden der Investitionsrechnung sind schon kurz dargestellt worden, die ganze Problematik der Rechnung, im Sinne einer Vorscheurechnung, soll aber erst in diesem Zusammenhang erörtert werden.

Um eine Investitionsrechnung auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben zu erstellen, müssen die Zahlungsströme der Vergleichsanlagen festgelegt werden. Im ersten Teil der Rechnung ist ganz allgemein die Rentabilität der neuen Anlage zu beweisen, während im zweiten Teil der Rechnung ein Vergleich zwischen der alten und der neuen Anlage durchgeführt wird, der Aufschluß darüber geben soll, ob es unter dem Gesichtspunkt der Gewinnmaximierung für den Unternehmer günstig ist, die alte Maschine durch die neue zu ersetzen.

Wie aus der Darstellung der einzelnen Rechenmethoden hervorgeht, müssen bei ihrer Anwendung die Einnahmen und Ausgaben ermittelt werden, die eine Investition, in unserem Fall die Produktionsanlagen, kennzeichnen.

a. Die Einnahmen.

Die Einnahmen setzen sich aus dem Erlös der produzierten Güter und dem Erlös für den Restwert der Anlage am Ende ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer zusammen.

von Briel weist mit Recht darauf hin, daß nicht jede Maschine ein Produkt erzeugt, das einen Marktpreis hat, sondern daß vielfach nur eine bestimmte Bearbeitung an einem Produkt vorliegt, die zwar zu einer Werterhöhung führt, aber preismäßig schlecht ausgedrückt werden kann. Er schlägt deshalb vor, mit Verrechnungspreisen zu arbeiten, die vom Marktpreis des fertiggestellten Produktes aus, anteilmäßig für jede Bearbeitungsstufe festgelegt werden. "Der Anteil des Marktpreises, der nun der

Nutzleistung jedes Anlagegutes, das an der Herstellung des betreffenden Produktes beteiligt ist, zukommt, entspricht dem Preis der Nutzleistung bzw. deren Verrechnungspreis oder Normalpreis".^{1) 2)} Es gilt, die Menge der erzeugten Güter, den Preis der Nutzleistung und den Restwert der Anlage pro Zeiteinheit bzw. die Änderung des Restwertes zu bestimmen. Angenommen, die erzeugten Güter werden auch abgesetzt, so entscheidet die Kapazität der Anlage über die Menge der erzeugten Güter.

Es wird in den meisten Fällen schwierig sein, Beschäftigungsschwankungen vorauszusehen und einzukalkulieren. Rein rechentechnisch wäre das durchaus möglich, es erforderte nur die Entscheidung des Investors, in welcher Form er sich Beschäftigungsschwankungen anpassen will und kann.³⁾ Es ist aber möglich und vielleicht auch zweckmäßig, durch eine Rechnung mit kritischen Werten dieses Problem näher zu untersuchen, also festzustellen, innerhalb welcher Grenzen eine Abnahme der Einnahmen für das Investitionsvorhaben tragbar ist.

Ein Einfluß auf die Einnahmen kann über den mengenmäßigen Ertrag bewirkt werden, durch Qualitäts- und Quantitätsabnahme der erzeugten Güter infolge Verschleißerscheinungen der Anlage. So wird eine Koksofenbatterie

1) Hansrudolf von Briel, Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegüter. Zürich 1955, S. 139.

2) Die in diesem Zusammenhang auftretenden Probleme sind praktisch nicht lösbar. Deshalb setzte hier vor allem die Kritik Terborghs ein, der mit seiner neuen Methode das Ersatzproblem in anderer Weise zu lösen versucht. (Vgl. S. 142 ff).

3) Herbert Jacob, Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Restnutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung. ZfhF 1957, S. 139 ff.

gegen Ende ihrer Lebensdauer immer undichter. Ein Teil des Rohgases geht verloren und führt zu einer Verminderung der Einnahmen. Es ist kaum möglich, diesen Erscheinungen durch Reparaturen zu begegnen. In anderen Fällen kann sich die Ausschußquote erhöhen und so verminderte Einnahmen zur Folge haben.

Schwieriger ist das Problem zu lösen, wie der Restwert einer Anlage mit der Lebensdauer variiert. Es ist dabei grundsätzlich zwischen dem Nutzungswert und dem Verkaufswert, gleich Marktwert, zu unterscheiden. Für eine Rechnung mit Einnahmen und Ausgaben ist nur der Verkaufswert relevant; denn nur der Verkaufswert geht als Zahlung in die Einnahmenreihe ein, während der Nutzungswert durch beide Zahlungsströme charakterisiert wird.

Dabei ist grundsätzlich festzustellen, daß viele Anlagen gar keinen Marktwert haben, ihr Marktwert also Null beträgt. Das wird immer dann der Fall sein, wenn eine Anlage nicht einfach abmontiert und an einer beliebigen Stelle wieder installiert werden kann, z.B. Öfen. Eine Koksofenbatterie kann nicht zeitweilig stillgelegt werden. Im allgemeinen bedeutet Stilllegung oder Produktionsunterbrechung auch Ende der wirtschaftlichen Lebensdauer. Der Schrottwert der Eisenteile entspricht etwa den Abbruchkosten.

Ähnlich ist der folgende Fall gelagert. Eine Destillationskolonne wird an Ort und Stelle montiert. Es ist zwar durchaus möglich, die Kolonne nach einigen Jahren wieder auseinanderzunehmen und an einer anderen Stelle zu montieren, aber der Wert der Kolonne liegt viel weniger in ihren einzelnen Destillationsböden begründet, als vielmehr in der Gesamtanlage, mit deren einzelnen Teilen sie durch ein Netz von zum Teil unterirdischen Zuleitungsröhren organisch verbunden ist. Diese Zuleitungsröhren können aber nicht als Gesamtanlage zusammen mit der Destillationskolonne verkauft werden.

Nun gibt es natürlich auch Maschinen, die einen positiven Restwert am Ende ihrer Lebensdauer aufweisen und für diesen Fall ist es erforderlich, das Problem näher zu untersuchen. Der Wert einer Maschine nimmt durch Verschleiß und durch technische Überholung ab. Es gibt kaum eine Maschine, die nicht laufend weiterentwickelt und verbessert wird. In welchem Maße aber der technische Fortschritt spürbar ist, hängt davon ab, wie weit das technische Produkt ausgereift ist. Bekanntlich haben erst alle technischen Neuheiten eine Periode stürmischer Entwicklung durchzumachen. Dann folgen nur noch kleinere Änderungen. Aber auch diese kleineren Veränderungen sollten nicht unterschätzt werden. Hinzu kommt, daß, sobald eine Maschine gekauft ist, sie als "gebraucht" gilt, selbst dann, wenn sie noch nicht benutzt worden ist, also noch keinerlei Verschleißerscheinungen zeigt, weder durch Nutzung noch durch äußere Einflüsse.

Stellt man die Marktwertabnahme einer Maschine, bedingt durch die technische Überholung und allein durch den Kauf der Maschine, während ihrer gesamten Lebensdauer graphisch dar, so entsteht eine Kurve, die beträchtlich unter dem Anschaffungswert beginnt und bis zum Nullwert führt. Wahrscheinlich wird die Kurve in der Mehrzahl der Fälle - eine allgemeine verbindliche Aussage ist nicht möglich - degressiv¹⁾ fallen; denn die Wertdifferenz zwischen zwei alten Maschinen ist nicht so groß wie zwischen einer fabrikneuen Maschine und einer Maschine, die

1) Die Begriffe "progressiv steigend bzw. fallend" und "degressiv steigend bzw. fallend" sollen im Rahmen dieser Arbeit im Sinne von "mit absolut wachsendem Differentialquotienten steigend bzw. fallend" und "mit absolut abnehmendem Differenzialquotienten steigend bzw. fallend" verwendet werden.

erst kurze Zeit installiert ist. Von dieser Wertkurve sind noch die Wertminderungen zu subtrahieren, die sich durch den Verschleiß ergeben. Dabei entsteht die Frage, verschleißt eine Maschine gleichmäßig oder ungleichmäßig? Wie beeinflussen Reparaturen den Vorgang?

Es wird vielfach die Meinung vertreten, daß die Verschleißquote während der Nutzungsdauer einer Maschine steigt. Unter der Verschleißquote soll dabei der rechnungsmäßige Anteil der Wertminderungen einer Maschine durch Verschleiß verstanden werden bezogen auf eine produzierte Einheit. Theoretisch wäre es aber auch denkbar, daß die Verschleißquote konstant bleibt oder sinkt. Der Verschleiß einer Maschine in Abhängigkeit von ihrer Nutzungsdauer graphisch dargestellt, ergäbe im ersten Fall eine progressiv steigende Kurve, im zweiten Fall eine proportional und im dritten Fall eine degressiv steigende Kurve. Der Wert einer Maschine in Abhängigkeit von ihrer Nutzungsdauer würde demnach progressiv, proportional oder degressiv fallen. In praxi muß aber durch den Einfluß von Reparaturen mit Schwankungen gerechnet werden. Aus diesen Gründen kann es zweckmäßig sein, hier eine Vereinfachung vorzunehmen und mit einer konstanten Wertminderungsquote pro Zeiteinheit zu rechnen. Die Wertminderungsquote setzt sich also aus dem Verschleiß und der technischen Überholung zusammen, die beide den Marktwert der Maschine beeinflussen. Terborgh¹⁾ geht von ähnlichen Überlegungen aus und Schindler kommentiert diese Überlegungen wie folgt: "Wenn wir schon wissen, daß der technische Fortschritt und der Verschleiß einer Maschine von Jahr zu Jahr ungleichmäßig zunehmen, ohne daß wir das genau vorher berechnen können,

1) Terborgh, G., Dynamic Equipment Policy, New York, Toronto, London 1949, S. 66 - 73.

und wir dennoch willens sind, eine funktionale Berechnung abzuleiten, die man einer Wirtschaftlichkeitsrechnung zugrunde legen kann, ist es doch am einfachsten, anzunehmen, Verschleiß und Veralterung nehmen kombiniert von Jahr zu Jahr um denselben Betrag zu".^{1) 2)}

Statistische Berechnungen von R. Hemon, Paris, Institut de Statistique³⁾ führten jedoch zur Ermittlung einer degressiv fallenden Kurve bei der Darstellung des Marktwertes einer bestimmten Maschine in Abhängigkeit von ihrem Alter. Die Berechnungen stützen sich auf die Auswertung der Wiederverkaufspreise gebrauchter Universalmaschinen der Fa. Otto Richter, Leipzig, und ergaben folgende Formel zur Berechnung des Marktwertes R

$$R = A \cdot 0,9e^{-1,555 \frac{t}{n}}$$

A ist der Anschaffungswert der Maschine und n ihre mittlere Lebensdauer.

Es ist jedoch fraglich, ob man aus diesem Einzelfall und vielleicht auch Spezialfall die Folgerung ableiten darf, daß der Marktwert einer Maschine, bezogen auf ihre Lebensdauer, degressiv abnimmt. Die Ergebnisse weiterer Untersuchungen müssen erst abgewartet werden.

b. Die Ausgaben.

Grant⁴⁾ nennt folgende Ausgabearten, deren Einfluß auf eine Investitionsrechnung zu prüfen ist und die ent-

-
- 1) Schindler, H., Investitionsrechnung auf der Basis neuer theoretischer Erkenntnisse, ZfhF 1956, S. 472.
 - 2) Diese Annahme, die Terborgh als Prämisse seiner Methode des "adverse minimum" zugrundelegt (vgl. S.128) führte zu heftiger Kritik und veranlaßte Terborgh, bei seiner neuen Methode eine Erweiterung der Prämisse vorzunehmen. (vgl. S.145)
 - 3) HIB Arbeitsmappe Lehrgang: Investitionsrechnungen und langfristige Finanzplanung. Hessisches Institut für BWL.
 - 4) Grant, E., a.a.O. S. 316.

sprechend dieser Prüfung in der Rechnung zu berücksichtigen sind:

Anschaffungskosten

Jährliche Ausgaben für: Steuern
 Versicherungen
 Material
 Fertigungslöhne
 Gemeinkostenlöhne
 Wartung, Pflege, Reparaturen
 Energieverbrauch
 Hilfs- und Schmiermittel
 Verlustzeiten
 andere indirekte Kosten

Die große Gruppe der jährlichen Ausgaben wollen wir unter dem Begriff Betriebs- und Instandhaltungsausgaben zusammenfassen.

Der Anschaffungspreis ist im allgemeinen die einzige Größe, die mit Sicherheit feststeht. Aber selbst das ist nicht immer der Fall, nämlich dann, wenn zu dem Kaufpreis Installationskosten hinzutreten oder die Anlage im Apparatbau, wie z.B. eine Hydrier- oder Destillationsanlage, erstellt wird. In diesen Fällen muß meistens damit gerechnet werden, daß der Kostenvoranschlag der Baufirma überschritten wird. Vorsichtige Überlegungen führen dazu, den Anschaffungspreis nicht zu niedrig anzusetzen.

Dann gilt es, die Ausgaben für Werkstoffe, Löhne, Energieverbrauch usw. festzusetzen. Bleibt die Anzahl der erstellten Güter während der gesamten Lebensdauer konstant oder nimmt die Leistungsfähigkeit der Maschine ab? Bei der Feststellung der Ausgaben spielt diese Frage keine so große Rolle wie bei den Einnahmen; denn die Werkstoffkosten nehmen nur dann ab, wenn die Intensität der Arbeitsleistung der Maschine abnimmt, während die

Lohnkosten konstant bleiben. Sinkt dagegen infolge Verschleißerscheinungen die qualitative Leistungsfähigkeit der Maschine, so daß mehr Ausschuß anfällt, bleiben die Ausgaben in etwa konstant.

Wesentlich ist die Erfassung der Instandhaltungsausgaben, die sowohl die Ausgaben für Reparaturen wie auch für die Wartung und Pflege der Maschine umfassen. Es ist anzunehmen, daß letztere sich nicht ändern, während die Reparaturkosten zuerst kaum und später in größerem Ausmaß anfallen. Es ist nötig, zu diesem Zweck die technische Lebensdauer der einzelnen Teile der Maschine zu kennen; denn das Problem der wirtschaftlichen Lebensdauer liegt teilweise in der unterschiedlichen technischen Lebensdauer der Einzelteile begründet. Durchschnittsziffern, die sich weitgehend aus Erfahrungswerten oder Versuchsreihen ableiten lassen, können im Einzelfall Anhaltspunkte liefern.

c. Der Kalkulationszinsfuß.

Entscheidenden Einfluß bei einer Rentabilitätsrechnung kommt dem Kalkulationszinsfuß zu, sei es, daß er als Rechengröße in die Gleichung eingeht, wie bei der Kapitalwert-Methode, sei es, daß er als Vergleichsgröße dient, wie bei der internen Zinsfuß-Methode. Geht er als Rechengröße in die Gleichung ein, so beeinflusst er die Höhe des Kapitalwertes. Bei steigendem Kalkulationszinsfuß sinkt der Kapitalwert einer Investition. Das ergibt sich logisch aus der Tatsache, daß die Kapitalwert-Methode und die interne Zinsfuß-Methode auf demselben Fundamentalprinzip beruhen. Bei einem Vergleich zwischen dem internen Zinsfuß einer Investition und dem Kalkulationszinsfuß wird - sofern überhaupt ein positiver Zinsfuß existiert - bei steigendem Kalkulationszinsfuß die Differenz zwischen dem internen Zinsfuß und dem Kalkulationszinsfuß immer kleiner, schließlich Null

und nimmt dann negative Werte an. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß jede Investition mit steigendem Kalkulationszinsfuß ungünstiger erscheint. Deshalb ist es wichtig, die Höhe des Kalkulationszinsfußes möglichst genau zu bestimmen. Dazu ist es erforderlich, sich über das Wesen des Kalkulationszinsfußes Klarheit zu verschaffen und zu erkennen, welche Faktoren die Höhe des Kalkulationszinsfußes bestimmen oder welche wirtschaftlichen Daten als Richtschnur dafür angesehen werden können.

Schneider definiert den Kalkulationszinsfuß ganz allgemein als den Maßstab für die Vorteilhaftigkeit einer geplanten Investition. Die Höhe des Kalkulationszinsfußes hängt nach Schneider mit der Finanzierungsform und dem mit der Investition verbundenen Risiko zusammen. "Wird die Investition mit Fremdkapital finanziert, so muß der Kalkulationszinsfuß offenbar auf jeden Fall größer sein, als der Zinsfuß, den der Investor für die Überlassung des Fremdkapitals zahlen muß".¹⁾ "Soll die Investition mit Eigenkapital finanziert werden, so wird der Investor mit einem Kalkulationszinsfuß rechnen, der mindestens gleich dem Zinsfuß ist, den er bei der Durchführung einer anderen mit dem gleichen Risiko behafteten Investition erzielen könnte. Bei Realinvestitionen wird sich die Höhe des Kalkulationszinsfußes deshalb im allgemeinen nach der in der betreffenden Branche als normal angesehenen Verzinsung richten".²⁾ Erfolgt die Finanzierung mit Eigen- und Fremdkapital, so wird mit einem mittleren Zinsfuß als Kalkulationszinsfuß gerechnet.

Terborgh und Grant nehmen vor allem gegen die Meinung Stellung, daß das eingesetzte Eigenkapital nicht zu ver-

1) Schneider, E., a.a.O. S. 66.

2) Schneider, E., a.a.O. S. 67.

zinsen sei. "Thus, in this situation, interest **is** a cost in the sense of an opportunity foregone, an economic sacrifice of a possible income that might have been obtained by investment elsewhere. It is necessary, therefore, to recognize the time value of money in economy studies, regardless of whether or not money is to be borrowed".¹⁾

Schneider erwähnt außer dem Risiko, das mit einer Investition verbunden ist, noch das Unsicherheitsmoment, das der Rechnung selbst, die im wesentlichen auf geschätzten Zahlen beruht, anhaftet. "Es ist verständlich, daß der Investor geneigt ist, eher mit einem zu hohen, als mit einem zu niedrigen Kalkulationszinsfuß zu rechnen. Der zu hohe Kalkulationszinsfuß dient als Sicherheitsventil gegen Fehler beim Ansatz der Einnahmen und der Ausgaben".²⁾

Es wird im allgemeinen zweckmäßig sein, darauf zu verzichten, das Risiko und die Unsicherheit der Rechnung im Kalkulationszinsfuß zu berücksichtigen. Ist es schon überhaupt schwierig, die Höhe des Kalkulationszinsfußes zu bestimmen, so sollte die Aufgabe nicht noch schwieriger gestaltet werden, indem Tatbestände in Zahlen transformiert werden, die zahlenmäßig in keiner Weise auch nur einigermaßen exakt ausgedrückt werden können. Schneider weist darauf hin, daß dadurch die gesamte Rechnung verfälscht würde. "Durch derartige Sicherheitsmaßnahmen wird indessen bewußt ein falsches Bild der Wirklichkeit gezeichnet, die der Investor in der Zukunft erwartet. Eine Rechnung, die aufbaut auf den wirklichen erwarteten Ausgaben und Einnahmen, der wirklichen erwarteten Investitionsdauer und der Verzinsung, die man im

1) Grant, E., a.a.O. S. 72.

2) Schneider, E., a.a.O. S. 68.

Laufe dieser Periode zu erzielen wünscht und die von einer detaillierten Untersuchung der jeder einzelnen Alternative anhaftenden Unsicherheit begleitet ist, verdient unter allen Umständen den Vorzug".¹⁾

Ebenso wie Schneider bezieht auch Lutz²⁾ das Finanzierungsproblem und den Marktzins mit in seine Überlegungen ein. Er greift den Fall heraus, daß die Lebensdauer nicht durch Mehraufwendungen erhöht werden kann, sondern nur die Breite der Investierung variabel ist. Dann lohnt sich eine Investition solange, bis der Kapitalwert diskontiert mit dem Marktzins gleich den Anschaffungskosten ist, wobei in diesem Fall die Zinsen als Ausgaben im Kapitalwert enthalten sind. "Dieser letztere Punkt macht es, selbst bei Annahme nur eines Zinssatzes, strenggenommen unmöglich, die Sache so auszudrücken, daß der Unternehmer bis zu dem Punkte geht, an dem der interne Ertragssatz oder die Grenzeffizienz des Kapitals gleich dem Zinssatz ist, da die Quasirenten (diskontierte Einnahmen minus diskontierte Ausgaben, Anm.d.V.), auf denen die Errechnung der Grenzeffizienz beruht, erst nach Abzug des Zinssatzes auf das umlaufende Kapital errechnet werden können, so daß die Grenzeffizienz selber vom Zinssatz abhängt. Sie liegt höher bei niedrigem und niedriger bei hohem Zinssatz. Das hindert aber nicht daran, die Breite der Investierung bei einem gegebenen Zinssatz auf Grundlage der Formel zu bestimmen, daß der diskontierte Wert der Quasirenten der letzten Maschine gleich den Kosten der Maschine sein muß.

1) Schneider, E., a.a.O. S. 128.

2) Lutz, Friedrich A., Zinstheorie, Zürich und Tübingen 1956.

Gibt es mehrere Zinssätze und hat der Unternehmer bestimmte Erwartungen über den Verlauf der Zinssätze, dann müssen wir der Diskontierung jeder Quasirente den ihrem zeitlichen Anfall entsprechenden langfristigen Satz oder den aus der optimalen Kombination aufeinanderfolgender kürzerfristigen Sätze errechneten Durchschnittssatz für den gleichen Zeitraum zugrundelegen, je nachdem welcher von ihnen ein Minimum von Gegenwartswert ergibt. Der gesamte Gegenwartswert ist dann die Addition der so errechneten Gegenwartswerte der einzelnen Quasirenten und der Unternehmer wird investieren, bis der so errechnete Gegenwartswert der Erträge der Maschine gleich den Kosten der Maschine ist. Eine Veränderung des Diskontfaktors wird auch hier zu einer Veränderung des Umfanges der Investition führen.¹⁾ Lutz orientiert sich bei der Festlegung des Kalkulationszinsfußes auch am Marktzins, berücksichtigt dabei aber soweit wie möglich die Zukunftserwartungen.

Schindler²⁾ vertritt die Meinung, daß die Höhe des Kalkulationszinsfußes sich an dem jeweiligen Soll- bzw. Habenmarktzinsfuß orientieren soll und kritisiert, daß Schneider die Höhe des Kalkulationszinsfußes in das Ermessen des Investors legen will. Schindler möchte den Kalkulationszinsfuß möglichst als eine objektive Größe sehen und vor allem vermeiden, daß der Investor mit zu hohen Zinssätzen arbeitet. Mir persönlich scheint die Kritik Schindlers zu sehr an einigen speziellen Aussagen Schneiders zu haften. Schindler übersieht, daß Schneider selbst davor warnt, einen zu hohen Kalkulationszinsfuß zu wählen und mit seinem Hinweis auf die branchen-

1) Lutz, F.A., a.a.O. S. 168f.

2) Schindler, H., Investitionsrechnungen in Theorie und Praxis, Meisenheim 1958, S. 130-138.

übliche Verzinsung letztlich auch ein objektives Element in die Betrachtung bringen will. In dieser Beziehung besteht kein so großer Unterschied zwischen Schneider und Autoren wie Terborgh, Lutz und Dean. Da Schneider aber, im Gegensatz zu anderen Autoren, eine reine betriebliche Rentabilitätsrechnung anstrebt, ist es verständlich, daß er bei einer Finanzierung der Investition durch Fremdkapital den Kalkulationszinsfuß höher ansetzen will als der Zinsfuß ist, den der Investor für die Überlassung des Fremdkapitals zahlen muß. In diesem Zusammenhang ist besonders darauf hinzuweisen, daß Schneider Kapitalzinsen nicht als Ausgaben in die Rechnung einbezieht, wie es z.B. von Lutz vorgeschlagen wird, und daß Terborgh in seiner Rechnung auch die Finanzierungsform beachtet, wenn er bei Finanzierung durch Fremdkapital z.B. die steuerlichen Ersparnisse berücksichtigen will (S.146).

An dieser Stelle ist es erforderlich, streng zwischen volkswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen zu unterscheiden. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus soll das Kapital grundsätzlich dem rentabelsten Verwendungszweck zugeführt werden. Eine Unterscheidung zwischen Fremdkapital- und Eigenkapitalfinanzierung ist bei der Diskussion dieser Frage gar nicht erforderlich. Aus der Sicht des Unternehmers erscheint dagegen das Problem in einer anderen Form. Sinn jeder Investition ist für den einzelnen Unternehmer die Erzielung von Gewinn. Finanziert er eine Investition mit Fremdkapital, dann muß diese Investition außer den Zinsen, die für das Fremdkapital zu zahlen sind, auch noch einen Gewinn erbringen. Aus diesem Grund erfaßt Lutz die Fremdkapitalzinsen in der Ausgabenreihe, während Schneider es vorzieht, die Finanzierungsform bei der Wahl des Kalkulationszinsfußes zu berücksichtigen. Führt der Unternehmer eine Investitionsrechnung, in der Form wie Schneider sie vorschlägt, durch, dann handelt er so-

wohl unter volkswirtschaftlichen als auch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten richtig, wenn er jede Investition ablehnt, die eine geringere Rentabilität erwarten läßt als den zu zahlenden Fremdkapitalzinsen entspricht. In dem Augenblick jedoch, in dem der Unternehmer die Investition mit Eigenkapital finanziert, kann er von sich aus auf einen Teil der Verzinsung des eingesetzten Kapitals verzichten. Er wird nicht den volkswirtschaftlichen Gesetzen unterworfen, die ihn bei Fremdfinanzierung zwingen, auch darauf zu achten, daß im volkswirtschaftlichen Sinne die Dringlichkeit einer Investition gegeben ist. Aus der Sicht des Unternehmers kann es durchaus möglich sein, daß volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Belange nicht übereinstimmen. Angenommen die Verzinsung des eingesetzten Kapitals ist in einer Branche schlecht, weil die vorhandenen Kapazitäten zu groß sind. In diesem Fall sind vom volkswirtschaftlichem Gesichtspunkt weitere Investitionen nicht wünschenswert. Der einzelne Unternehmer muß sich jedoch darüber klar sein, daß er nur mit neuen und modernen Maschinen in dem harten Konkurrenzkampf bestehen kann und er wird deshalb bereit sein, Eigenkapital auch dann in seinen Betrieb zu investieren, wenn die Verzinsung geringer ist als bei anderen Investitionsmöglichkeiten, da er hofft, die gesamte Ertragslage seines Unternehmens zu heben und auf lange Sicht damit die Rentabilität des gesamten eingesetzten Kapitals zu heben. Würde er statt dessen sein Kapital in einer anderen Branche investieren, dann müßte er mit dem Konkurs seiner Unternehmung und damit dem Verlust seines gesamten Vermögens rechnen. Deshalb wird der Unternehmer bei einer Investitionsentscheidung nicht nur die Rentabilität dieser einen Investition beachten, sondern darüber hinaus die Bedeutung der Investition für die gesamte Unternehmung in seine Überlegungen einbeziehen. Er handelt also bei der einzelnen Investitionsentscheidung nicht streng nach

dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip wohl aber im Hinblick auf die Maximierung seines Vermögens.

An dieser Stelle ist es wiederum erforderlich, auf den Unterschied zwischen einer Wirtschaftlichkeitsrechnung und einer Rentabilitätsrechnung hinzuweisen. Bei einer Wirtschaftlichkeitsrechnung wird der güterwirtschaftliche input in Beziehung gesetzt zum güterwirtschaftlichen output. Für diese Rechnung ist die Finanzierungsform unerheblich. Ebenso wie der güterwirtschaftliche output bewertet und als monetäre Größe erfaßt wird, muß auch der input bewertet werden und es ist nicht einzusehen, warum Fremdkapital höher bewertet werden soll als Eigenkapital. Bei Fremdkapitalfinanzierung ist es naheliegend, sich bei der Bewertung an den tatsächlichen Kosten für die Kapitalaufnahme zu orientieren und wie Schindler vorschlägt, mit einem Kalkulationszinsfuß zu rechnen, der sich aus den Kosten für die Kreditaufnahme ableiten läßt.

d. Die wirtschaftliche Lebensdauer.

Ein weiteres Problem stellt noch die Bestimmung der wirtschaftlichen Lebensdauer - im Gegensatz zur technischen Lebensdauer - der neuen Maschine dar. Die rechnerische Ermittlung der wirtschaftlichen Lebensdauer haben insbesondere Hotelling,¹⁾ Preinreich²⁾, Lutz,³⁾ Schneider⁴⁾ und von Briel⁵⁾ ausführlich dargelegt.

1) Hotelling, H.A., General Mathematical Theory of Depreciation, Journal of the American Statistical Association 1925.

2) Preinreich, G.A.D., The Economic Life of Industrial Equipment, Econometrica 1940.

3) Lutz, F.u.V., The Theory of Investment of the Firm, Princeton 1951.

4) Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung, Bern und Tübingen, 1957.

5) von Briel, H., Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegütern, Zürich 1955.

Die genannten Autoren ermitteln die wirtschaftliche Lebensdauer einer Anlage dadurch, daß sie mit Hilfe der Integralrechnung auf der Grundlage von Einnahmen und Ausgaben berechnen, bei welcher Lebensdauer der Kapitalwert der Anlage ein Maximum erreicht. Sie unterscheiden dabei drei Fälle:

1. Die Maschine wird am Ende ihrer Lebensdauer nicht ersetzt.
2. Die Maschine wird am Ende ihrer Lebensdauer eine endliche Anzahl von Malen ersetzt.
3. Die Maschine wird am Ende ihrer Lebensdauer eine unendliche Anzahl von Malen ersetzt.

Die Lebensdauer der Maschine ist um so länger, je weniger oft die Maschine ersetzt werden soll. Unter der Voraussetzung (1) ist sie also am längsten und unter der Voraussetzung (3) am kürzesten. Dieses Ergebnis der Rechnung läßt sich logisch leicht begründen. Die Voraussetzung, daß die Maschine nicht ersetzt werden soll, ist in der mathematischen Formulierung gleich der Voraussetzung, daß eine andere Möglichkeit, eine Verzinsung des Kapitals zu erreichen, in keinem Augenblick gegeben ist. Daraus folgt nämlich, angenommen der Restwert der Anlage ist Null, daß die Lebensdauer erst dann beendet ist, wenn die laufenden Einnahmen gleich den laufenden Ausgaben sind. Der Kalkulationszinsfuß hat in diesem Fall keinen Einfluß auf das Ergebnis.

Geht man jedoch davon aus, daß in jedem Zeitpunkt ein bestimmter Verkaufspreis für die Anlage besteht, der mit der Länge der Lebensdauer sinkt, dann bewirkt das eine Verkürzung der wirtschaftlichen Lebensdauer der Anlage. Diese Verkürzung ist um so größer, je größer die Restwertabnahme und der Kalkulationszinsfuß sind.

Soll eine Anlage eine endliche Anzahl von Malen ersetzt

werden, so nimmt die Länge der einzelnen Glieder der Investitionskette ständig zu. Die Lebensdauer der letzten Maschine ist gleich der Lebensdauer einer Maschine, die nicht ersetzt werden soll. Die unterschiedliche Länge der einzelnen Glieder der Investitionskette liegt darin begründet, daß das vorangehende Glied jeweils die Zinsen der Kapitalwerte der folgenden Glieder als Ausgabe zu tragen hat. Daraus folgt, daß beide Voraussetzungen zur Ermittlung der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage im Betrieb nicht brauchbar sind, da die Kapitalerhaltung und Kapitalverzinsung nicht im Vordergrund stehen. Der Unternehmer will seinen Einnahmenstrom über die Nutzungsdauer der gegenwärtigen Investition hinaus maximieren, statt den Einnahmenstrom einer Investition zu maximieren.

Brandt lehnt diese Argumentation ab. Er erklärt:

"Die Beschränkung auf die betriebswirtschaftlich relevanten Probleme der Investitionspolitik begründet, daß die endlich und die unendlich wiederholte Investition unberücksichtigt bleiben. Der Berechnung der Kette gleichartiger Investitionen kann für die betriebliche Investitionspolitik keine Bedeutung beigemessen werden. Die Dynamik der Anlagen- und der Absatzmärkte verursacht bereits für die Untersuchung der Nutzungsdauer einer Anlage große Schwierigkeiten, macht jedoch die Berechnung einer mehrmaligen Reinvestition der Anlage praktisch unmöglich. Die Berechnung einer Investitionskette erfordert die Annahme, daß die alte Anlage stets durch eine gleichartige neue Anlage ersetzt wird, und daß die Umsatz-, Preis- und Kostenentwicklung für das Mehrfache der Nutzungsdauer einer Anlage vorausgesetzt werden kann. Diese Annahmen sind unrealistisch".¹⁾

1) Brandt, H., a.a.O. S. 66.

Brandt denkt hier zu güterwirtschaftlich, um das monetäre Problem richtig zu erkennen. Die mathematische Formulierung besagt nämlich gar nicht, daß die alte Anlage stets durch eine gleichartige neue Anlage ersetzt wird, sondern sie besagt nur, daß die Kapitalverzinsung später in gleicher Weise erfolgt wie jetzt bei der ersten Investition. In welcher Form das Kapital am Ende der Nutzungsdauer der ersten Anlage wieder investiert wird, darüber sagt die mathematische Formulierung nichts aus. Es wird lediglich, weil genaue Schätzungen unmöglich sind, die gleiche Rentabilität vorausgesetzt. Die Annahme ist zwar problematisch, aber immerhin wahrscheinlicher als die Annahme von Brandt, daß am Ende der Nutzungsdauer der alten Anlage eine Kapitalverzinsung nicht mehr zu erwarten ist. Diese Voraussetzung steckt nämlich in der mathematischen Formulierung, die Brandt vorzieht und die sich nur auf die Betrachtung einer einzelnen Investition bezieht.

Diesen grundsätzlichen Erwägungen, die für eine Berechnung der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage sprechen, stehen nun schwerwiegende Argumente entgegen:

Sämtliche Daten und Datenänderungen, die für die Bestimmung der Lebensdauer entscheidend sind, unterliegen einer groben Schätzung. Ist doch das Ergebnis der Rechnung weitgehend von der Gestaltung der Einnahmen- und Ausgabenströme abhängig, nämlich von der Festlegung des Zeitpunktes, von dem ab die Einnahmen fallen und die Ausgaben steigen und von der Bestimmung der Raten, um die diese Ströme sich verändern. Ebenso problematisch ist es, zu bestimmen, um wieviel der Verkaufswert der Anlage jährlich abnimmt und wie hoch der Kalkulationszinsfuß sein sollte.

Aus diesen Schwierigkeiten heraus, ist es nicht möglich, in überzeugender Weise für eine Berechnung der wirtschaft-

lichen Lebensdauer einer neuen Anlage zu plädieren. Be-
ruht doch diese Berechnung auf soviel Schätzungswerten,
daß kaum ein Vorteil besteht, gegenüber einer globalen
Schätzung der wirtschaftlichen Lebensdauer einer neuen
Anlage.

Anders liegt der Fall, wenn die wirtschaftliche Lebens-
dauer gleich der technischen Lebensdauer ist. Von dieser
Voraussetzung kann immer dann ausgegangen werden, wenn
es sich um ein technisch ausgereiftes Produkt handelt
und Substitutionskonkurrenz nicht zu befürchten ist.
Als Beispiel können hier bestimmte elektrische Maschinen
dienen. Iglisch hat sich eingehend mit der Frage nach
der Lebensdauer kleinerer elektrischer Motoren mit Lack-
drahtwicklungen befaßt. Er geht davon aus, daß die Le-
bensdauer eines elektrischen Motors weitgehend durch
die Standfestigkeit der elektrischen Isolation bestimmt
wird und diese wiederum zu einem sehr wesentlichen Teil
von der thermischen Belastung abhängt.

"Damit ist die Lebensdauer einer Maschine in großem
Maße eine Funktion ihrer Betriebstemperatur".¹⁾ In
seiner Arbeit versucht Iglisch nun Prüfverfahren dar-
zustellen bzw. neu zu entwickeln, die "... zu wirklich
brauchbaren Ergebnissen in der Beurteilung der thermi-
schen Beständigkeit eines Isolierstoffes einerseits
und der Lebensdauer elektrischer Maschinen andererseits
führen ...".²⁾

Die Arbeit von Iglisch erscheint mir insofern bedeu-
tungsvoll, als hier die Naturwissenschaft, vergleich-
bar mit der Erforschung von Verbrauchsfunktionen, wieder-

1) Iglisch, Ingo, Zur Lebensdauer elektrischer Maschinen,
Diss. Stuttgart TH 1958.

2) Iglisch, Ingo, Zur Lebensdauer elektrischer Maschinen,
Diss. TH Stuttgart 1958, S. 10.

um einen wesentlichen Beitrag zur Klärung betriebswirtschaftlich wichtiger Fragen liefert.

e. Das Ergebnis der Rechnung.

In Kapitel C II sind die Methoden der Investitionsrechnung dargestellt worden und folgende Grundsätze aufgestellt worden:

1. Eine Investition ist günstig, wenn der interne Zinsfuß größer oder mindestens gleich dem Kalkulationszinsfuß ist.
2. Eine Investition ist günstig, wenn ihr Kapitalwert positiv ist.
3. Eine Investition ist günstig, wenn die durchschnittlichen jährlichen Ausgaben der Investition kleiner oder mindestens gleich den durchschnittlichen jährlichen Einnahmen sind.

Ist das erforderliche Zahlenmaterial gesammelt und kritisch überprüft, dann kann berechnet werden, ob die Anschaffung der neuen Maschine für den Betrieb rentabel ist. Die Investitionsrechnung ist im Grunde nämlich nichts anderes als eine Rentabilitätsrechnung. Der interne Zinsfuß und der Kapitalwert einer Investition sind Größen, die den erwarteten Gewinn zum Ausdruck bringen. Wird die neue Maschine durch Fremdkapital finanziert, dann fallen zusätzlich Ausgaben für Zinszahlungen an. Es besteht in diesem Fall die Möglichkeit, die Zinsen als Zahlungen in der Ausgabenreihe zu berücksichtigen oder aber den Kalkulationszinsfuß so zu wählen, daß er mindestens dem Marktzins entspricht.

Zusammenfassend kann man sagen:

Eine neue Maschine ist rentabel für den Betrieb, wenn ihre quantitative und qualitative Kapazität voll ausgenutzt wird während ihrer gesamten Lebensdauer. Kann der

Unternehmer mit dieser Voraussetzung nicht ohne weiteres rechnen, dann gibt die Investitionsrechnung mit kritischen Werten Auskunft darüber, wie weit Leerkosten entstehen dürfen, ohne daß die Investition unrentabel wird. Der kritische Wert liegt dort, wo der Kapitalwert der Ausgabenreihe gleich dem Kapitalwert der Einnahmenreihe ist bzw. interner und kalkulatorischer Zinsfuß übereinstimmen.

2. Der Investitionsvergleich.

a. Der Vergleich mit Hilfe der Kapitalwert-Methode.

Für den Investitionsvergleich leitet Schneider¹⁾ folgende Kriterien ab:

1. Die Investition A ist günstiger als die Investition B, wenn ihr interner Zinsfuß größer ist.
2. Die Investition A ist günstiger als die Investition B, wenn ihr Kapitalwert größer ist.
3. Die Investition A ist günstiger als die Investition B, wenn ihre Differenz der jährlichen durchschnittlichen Einnahmen und Ausgaben größer ist.

Sind die Einnahmen der beiden zur Diskussion stehenden Investitionen gleich, so genügt es, bei der Kapitalwertmethode und der Annuitäts-Methode die Kapitalwerte der Ausgabenreihe bzw. die durchschnittlichen Ausgaben zu vergleichen. Dabei ist eine Einschränkung zu machen. Es können nur die Kapitalwerte der Investitionen mit gleicher Investitionsdauer verglichen werden. Es besteht zwar die Möglichkeit, eine Investitionskette mit zwei Gliedern, deren Lebensdauer insgesamt vier Jahre beträgt, mit einer einzelnen Investition mit einer Lebensdauer von vier Jahren zu vergleichen, es ist aber nicht möglich, ein

1) Schneider, E., a.a.O. Wirtschaftlichkeitsrechnung, S. 38 f.

brauchbares Ergebnis zu erhalten, wenn die Lebensdauer der Maschine A drei Jahre und die Lebensdauer der Maschine B fünf Jahre beträgt.

Soll der Investitionsvergleich auf der Grundlage des erwerbswirtschaftlichen Prinzips zwischen einer alten im Betrieb befindlichen Maschine und der neuen Ersatzmaschine durchgeführt werden, dann differieren die Lebensdauern der beiden Vergleichsmaschinen immer. Sind die Einnahmenreihen der beiden Vergleichsmaschinen nicht identisch, dann bietet sich hier die Möglichkeit an, mit unendlichen Reihen zu rechnen. Es wären in diesem Fall die Kapitalwerte folgender Investitionsreihen zu vergleichen:

1. Der Kapitalwert der unendlichen Reihe, deren Glieder nur auf den Daten der neuen Maschine beruhen plus Verkaufspreis der alten Maschine. (C_b)
2. Der Kapitalwert der unendlichen Reihe, deren erstes Glied durch die alte Anlage und alle folgenden Glieder durch die neue Anlage repräsentiert werden. (C_a)

Ist C_b der Kapitalwert der unendlichen Reihe, die aus den Kapitalwerten K_b der neuen Maschinen besteht plus dem Verkaufspreis (R) der alten Maschine, und C_a der Kapitalwert der unendlichen Reihe bei Berücksichtigung des Kapitalwertes K_a der alten Maschine, so ist der Ersatzzeitpunkt der alten Anlage erreicht, wenn

$$C_b > C_a$$

C_b und C_a errechnet man in folgender Weise:

$$C_b = R + K_b + K_b(1+i)^{-m} + K_b(1+i)^{-2m} + K_b(1+i)^{-3m} \dots$$

$$C_b = R + K_b(1 + (1+i)^{-m} + (1+i)^{-2m} + (1+i)^{-3m} \dots)$$

$$C_b = R + K_b \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+i)^m}}$$

$$C_a = K_a + K_b(1+i)^{-n} + K_b(1+i)^{-(m+n)} + K_b(1+i)^{-(2m+n)} + \\ K_b(1+i)^{-(3m+n)} \dots$$

$$C_a = K_a + K_b(1+i)^{-n} + K_b(1+i)^{-n}(1+i)^{-m} + K_b(1+i)^{-n}(1+i)^{-2m} + \dots$$

$$C_a = K_a + K_b \frac{1}{(1+i)^n} \left(1 + \frac{1}{(1+i)^m} + \frac{1}{(1+i)^{2m}} + \frac{1}{(1+i)^{3m}} \dots \right)$$

$$C_a = K_a + K_b \frac{1}{(1+i)^n} \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+i)^m}}$$

$$C_a = K_a + K_b \frac{1}{(1+i)^n - (1+i)^{n-m}}$$

n = Lebensdauer der alten Maschine.

m = Lebensdauer der neuen Maschine.

Nehmen wir einmal an, die günstigste Lebensdauer der neuen Anlage betrage $m = 10$ Jahre und der Kapitalwert K_b eines einzelnen Gliedes der Investitionskette sei 1000, dann errechnet sich der Kapitalwert C_b der gesamten Kette, wenn $i = 0,08$ ist und $R = 50$, wie folgt:

$$C_b = K_b \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+i)^m}} + R$$

$$C_b = \frac{1000}{1 - \frac{1}{1,08^{10}}} + R$$

$$C_b = \frac{1000}{1 - 0,4632} + R$$

$$C_b = 1863 + 50 = 1913$$

Beträgt der Kapitalwert der alten Anlage $K_a = 150$ und

ihre Lebensdauer drei Jahre, so ergibt sich bei einer Beibehaltung der alten Anlage folgender Kapitalwert:

$$C_a = K_a + K_b \frac{1}{(1+i)^n - (1+i)^{n-m}}$$

$$C_a = 150 + 1000 \frac{1}{1,08^3 - 1,08^{-7}}$$

$$C_a = 150 + \frac{1000}{1,260 - 0,5835}$$

$$C_a = 150 + 1\,479$$

$$C_a = 1\,629$$

In diesem Fall ist also die Anschaffung der neuen Maschine günstiger.

Nun kann man noch den Kapitalwert berechnen, wenn die Lebensdauer der alten Maschine geändert wird; z.B. wenn die Lebensdauer der alten Maschine nur zwei oder ein Jahr beträgt. Vielleicht ist es sogar zweckmäßig, die Lebensdauer der alten Maschine nur auf ein Jahr festzusetzen, um festzustellen, ob ein Ersatz sofort anzustreben ist.

$$C_a = K_a + K_b \frac{1}{(1+i)^n - (1+i)^{n-m}}$$

$$C_a = K_a + \frac{1\,000}{1,08 - 1,08^{-9}}$$

$$C_a = K_a + 1\,725$$

Der Kapitalwert C_b der Investitionsreihe, die sich bei sofortigem Ersatz der Maschine ergibt, beträgt 1913. Ein sofortiger Ersatz kann nur günstig sein, wenn

$$C_b > C_a$$

Daraus folgt für unser Beispiel, daß ein Ersatz nicht

vorgenommen wird, solange

$$K_a > C_b - (C_a - K_a)$$

$$K_a > 1913 - 1725$$

$$K_a > 188$$

Ist also der Kapitalwert der alten Maschine größer als 188, so lohnt es sich nicht, im augenblicklichen Zeitpunkt die neue Maschine anzuschaffen.

In unserem letzten Beispiel ist vor allem die Berechnung des Kapitalwertes der alten Anlage sehr einfach. Es ist nur eine Gegenüberstellung der Einnahmen und Ausgaben nötig, und zwar setzen sich die Einnahmen aus den Erlösen für die verkauften Produkte und die verkaufte Anlage am Ende des Jahres zusammen und die Ausgaben sind gleich den Betriebs- und Instandhaltungsausgaben für das folgende Jahr. Die Lösung ist also verhältnismäßig einfach durchzuführen.

Vorausgesetzt, daß der Einnahmenstrom sich beim Ersatz der alten Maschine durch eine neue nicht ändert, beide Maschinen also durch den gleichen Einnahmenstrom charakterisiert werden, so daß der Vorteil der neuen Maschine nur auf einer Senkung der Betriebs- und Instandhaltungskosten beruht, dann ist der Ersatzzeitpunkt der alten Maschine dann erreicht, wenn die Grenzkosten der alten Maschine gleich sind den durchschnittlichen Nettoausgaben der neuen Maschine.¹⁾

Die durchschnittlichen Nettoausgaben der neuen Maschine betragen ²⁾

$$C_D = A + a \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

Die Grenzkosten der alten Maschine sind gleich den Aus-

1) Schneider, Erich, a.a.O. S. 92 ff

2) Dargestellt S.54

gaben im folgenden Nutzungsjahr.

b. Das Restwert-Problem.

Bevor zu der schon oft diskutierten Frage nach der Behandlung des Restwertes einer Anlage in der Investitionsrechnung Stellung genommen werden soll, ist es notwendig, den komplexen Begriff "Restwert" aufzulösen und zu zeigen, welche verschiedenen Bedeutungen sich dahinter verbergen.

1. Der Restwert einer Anlage kann einmal ihrem Marktwert gleichgesetzt werden. Besteht für den Unternehmer jederzeit die Möglichkeit, die Maschine zu verkaufen, so ergibt sich daraus die Konsequenz, daß der Unternehmer jederzeit die Alternative eines Verkaufes zu berücksichtigen hat, die für ihn eine Einnahme darstellt. Der Marktwert einer Maschine ist demnach immer in die Rechnung einzubeziehen und bewirkt eine Verkürzung der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage.
2. Setzt der Unternehmer jedoch den Restwert einer Anlage gleich ihrem Nutzungswert, den sie für den Betrieb hat, so entspricht dieser Wert nicht dem Marktwert sondern ihrem Nutzungspotential. Im Anschaffungszeitpunkt ist der Nutzungswert gleich den Anschaffungskosten, läge er nämlich darunter, dann handelte es sich um eine Fehlinvestition. Mit zunehmender Nutzungsdauer nimmt der Nutzungswert immer mehr ab. Er läßt sich berechnen, indem man die Einnahmen und Ausgaben der Anlage während ihrer Lebensdauer kapitalisiert.¹⁾

Während jedoch der Nutzungswert lediglich eine Aussage darüber macht, ob eine Maschine wirtschaftlich arbeitet, im monetären, nicht im technischen Sinne, und deshalb dem Betrieb einen gewissen Nutzen ver-

1) Rentabilitätsrechnung nach Lutz und Schneider.

schaft, zeigt erst ein Vergleich zwischen dem Nutzungswert einer Maschine und der besten auf dem Markt befindlichen Ersatzmaschine, ob es für den Betrieb vorteilhaft ist, das Nutzungspotential einer Maschine voll auszuschöpfen. Der Einfluß des technischen Fortschritts, der sich hier zeigt, kann zum vorzeitigen Ersatz der Anlage führen.¹⁾

3. Der Buchwert einer Anlage sollte ihrem Nutzungswert oder besser noch ihrem wirtschaftlichen Ertragswert entsprechen. Der wirtschaftliche Ertragswert ist ein korrigierter Nutzungswert. Bei seiner Berechnung wird berücksichtigt, daß u.U. aufgrund des technischen Fortschritts die wirtschaftliche Lebensdauer einer Maschine kürzer ist als ihre technische. So kann es für ein Unternehmen unter erwerbswirtschaftlichen Gesichtspunkten durchaus richtig sein, das Nutzungspotential einer alten Maschine nicht voll auszunutzen, um einen Verlust zu vermeiden in der Form von entgangenem Gewinn. Da der wirtschaftliche Ertragswert oft schwer zu ermitteln ist, beschränkt man sich darauf, den Nutzungswert zu bestimmen und dann einen gewissen Abschlag für Veralterung vorzunehmen. Eventuell spielen auch finanzpolitische Erwägungen für das Zustandekommen des Buchwertes eine Rolle. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, daß der Buchwert nur eine sekundäre Größe darstellt, die sich auf jeden Fall an anderen Größen orientiert.

Aus der mathematischen Formulierung des Ersatzproblems geht hervor, daß dem Buchwert der alten Anlage keine Bedeutung zukommt. Für die Bestimmung des Ertragszeitpunktes ist es vollkommen irrelevant, ob die Maschine

1) Vgl. in diesem Zusammenhang die Investitionsrechnung in der von Terborgh vorgeschlagenen Form (S. 127 ff)

abgeschrieben ist,¹⁾ d.h. die Abschreibungsquoten über den Preis dem Unternehmen zugeflossen sind, oder ob die wirtschaftliche Lebensdauer der Anlage falsch geschätzt bzw. falsch berechnet wurde und demzufolge in den vergangenen Jahren Kosten als Gewinn ausgewiesen wurden oder eine falsche Preisstellung erfolgte. Angenommen, der Unternehmer ist an einen festen Preis gebunden, dann hat er durch die falsche Abschreibungsbemessung in den vergangenen Jahren einen zu hohen Gewinn ausgewiesen, während die späteren außerordentlichen Abschreibungen den Gewinn stark mindern. Die Folge der falschen Abschreibung ist eine Gewinnverlagerung. Hat der Unternehmer aufgrund der zu niedrigen Abschreibung eine falsche Preiskalkulation aufgestellt, dann hat die darauf gegründete Preisfestsetzung zu einem nicht mehr kompensierbaren Verlust für die Unternehmung geführt. Die Vergangenheit ist nicht beeinflussbar, die Kenntnis ihrer Fehler kann lediglich dazu beitragen, dieselben Fehler in der Zukunft zu vermeiden.²⁾

Schneider begründet die Unmaßgeblichkeit des Buchwertes für den Ersatzzeitpunkt wie folgt:

"Der Buchwert gehört als der nicht abgeschriebene Teil der Anschaffungssumme der Vergangenheit an und geht deshalb nicht in den sich auf die Zukunft beziehenden Ersatzkalkül ein. Steht die alte Anlage in dem Augenblick, wo ein unmittelbarer Ersatz aufgrund des Kalküls vorteil-

1) Schneider, Erich, a.a.O. S. 96; Dean Joel Capital Budgeting, 3. Aufl. New York 1956, S. 101.

2) Es soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, daß alle Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit als Teil einer Dispositionslehre, die auf dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip aufbaut, anzusehen sind. Es erfolgt keine Analyse des Seienden. Demnach wird auch nicht geprüft, ob dem Buchwert dann eine Bedeutung zukommt, wenn der Unternehmer nach einer anderen Maxime handelt, als nach dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip.

haft ist, noch mit einem bestimmten Betrag zu Buche, so muß die Differenz zwischen dem Buchwert und den Restwert auf der Sollseite des Gewinn- und Verlustkontos in Form einer außerordentlichen Abschreibung gebucht werden. Sobald sich der Übergang zu einer neuen Maschine als vorteilhaft erweist, hat die alte Anlage keinen Wert mehr oder besser gesagt, ihr Wert ist allein der Restwert. Die Differenz zwischen dem Buch- und Restwert ist ein Verlust, der eine Folge einer falschen Beurteilung der Zukunft bei der Berechnung der wirtschaftlichen Lebensdauer einer bereits installierten Maschine ist.¹⁾

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß der Marktwert einer Maschine stets berücksichtigt werden muß.

Der Nutzungswert einer Maschine ist der Wert, der Grundlage der Investitionsrechnung bei der Kapitalwert-Methode, internen Zinsfuß-Methode und Annuitäts-Methode ist. Der Einfluß des technischen Fortschritts kann zu einem Ersatz der alten Anlage führen, obwohl sie für den Betrieb noch einen Nutzungswert besitzt. Mit der Entscheidung, eine neue Anlage anzuschaffen, sinkt der Nutzungswert der alten Anlage auf ihren Marktwert herab. Die Maschine besitzt keinen Nutzungswert mehr für den Betrieb. Stand die Anlage mit ihrem Nutzungswert zu Buch, so ist die Differenz zwischen Buchwert und Marktwert als Verlust abzuschreiben.

Jacob²⁾ kommt bei einem Wirtschaftlichkeitsvergleich

1) Schneider, Erich, a.a.O. S. 96.

2) Jacob, Herbert, Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Restnutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung ZfhF. 1957.

auf der Grundlage von Kosten zu dem gleichen Ergebnis. Er unterstellt, daß der Restwert der alten Anlage ihrem Nutzungspotential entspricht. Das setzt eine Abschreibungsmethode voraus nach Maßgabe der Abnahme der Totalkapazität¹⁾ der Anlage. Da seine Wirtschaftlichkeitsrechnung lediglich ein Gesamtkostenvergleich ist und kein Durchschnittskostenvergleich, muß weiterhin vorausgesetzt werden, daß die Leistung der Maschine während ihrer gesamten Lebensdauer konstant ist. Der Vorteil der neuen Maschine kann nur darauf beruhen, daß sie für gleiche Leistungsabgabewerte mit einem besseren Wirkungsgrad arbeitet und das Verhältnis von Totalkapazität zu Anschaffungskosten größer ist als das bei der alten Maschine im Anschaffungszeitpunkt der Fall war.

Jacob unterscheidet bei seinen Untersuchungen zwischen dem reinen Wirtschaftlichkeitsvergleich für den Fall, daß zwei neue Maschinen innerhalb einer bestimmten Nutzungsdauer und bei gleicher Leistung verglichen werden (Kriterium 1) und zwischen dem Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen einer neuen und einer in Betrieb befindlichen Anlage (Kriterium 2). In einem Beispiel²⁾ unterstellt er bei der Anlage A einen Restbuchwert von DM 20.000,--, eine Restlebensdauer von vier Jahren, einen Verkaufserlös, der den Verschrottungs- und Abbruchkosten entspricht und jährliche Betriebskosten von DM 20 000,--. Die Betriebskosten der Anlage B betragen dagegen jährlich nur DM 17 000,--, ihr Anschaffungswert DM 40 000,-- und ihre voraussichtliche Lebensdauer

1) Neubert, Helmut, Anlagenfinanzierung aus Abschreibung ZfhF. 1951. Der Begriff Totalkapazität geht auf Neubert zurück. Die Totalkapazität einer Anlage ist gleich der Summe Ihrer Leistungen innerhalb ihrer Lebensdauer.

2) Jacob, Herbert, a.a.O. S. 132 ff.

10 Jahre. Für das folgende Jahr würden Kosten in folgender Höhe anfallen:

	Anlage A	Anlage B
Jährliche Betriebskosten	20 000	17 000
Jährliche Abschreibungen	<u>5 000</u>	<u>4 000</u>
	25 000	21 000

Dieser reine Wirtschaftlichkeitsvergleich führt zu einer Kostendifferenz von 4 000,-- DM zugunsten der Anlage B, doch erst Kriterium (2) kann Auskunft darüber geben, ob es für die Untersuchung vorteilhaft ist, die Anlage A durch die Anlage B zu ersetzen.

Betriebskosten der Anlage A	(4 . 20 000)	80 000
Abschreibungen auf die Anlage A	(4 . 5 000)	20 000
		<u>100 000</u>
		=====
Betriebskosten der Anlage B	(4 . 17 000)	68 000
Abschreibungen auf die Anlage B	(4 . 4 000)	16 000
Abschreibungen auf die Anlage A		20 000
		<u>104 000</u>
		=====

Diese Rechnung zeigt, daß bei einem vorzeitigen Ersatz der Anlage A durch die Anlage B ein Verlust von 4 000 DM eintritt. Daraus folgt, daß die alte Anlage A nur dann durch die neue Anlage B zu ersetzen ist, wenn die Betriebskosten der alten Anlage höher sind, als die Betriebskosten der neuen Anlage einschl. der Abschreibungsquote auf die neue Anlage.¹⁾

1) Dean weist besonders darauf hin, daß es sich bei den Vergleichskosten der neuen Maschine in jedem Fall um Durchschnittskosten handeln muß. Nicht die jährlich anfallenden Betriebskosten, die anfangs immer niedriger sind, da keine Reparaturen anfallen, sondern die durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten müssen als Vergleichsmaßstab gelten. Dean, Joel, Capital Budgeting, 3. Aufl. New York 1956, S. 97 f.

Schneider formuliert unter den gegebenen Prämissen dies Ergebnis, indem er den Ersatzzeitpunkt der alten Anlage dann für gekommen hält, wenn die Grenzkosten der alten Maschine größer sind als die durchschnittlichen Nettoausgaben für die neue Maschine.¹⁾

Obwohl die Investitionsrechnung auf der Grundlage von Kosten zu demselben Ergebnis führt wie eine Ausgabenrechnung, ist stets zu berücksichtigen, daß durch die gesetzten Prämissen hier nur ein Spezialfall diskutiert wurde. Während bei der Ausgabenrechnung der Restnutzungswert der alten Anlage, also ihre Totalkapazität gar nicht in die Rechnung eingeht, ist bei einem Kostenvergleich der Restnutzungswert, in dem Beispiel 20 000 DM, in jeder der beiden Vergleichszahlen enthalten und wird dadurch neutralisiert. Das Ergebnis folgt logisch aus der Tatsache, daß der einzige Unterschied bei einem Vergleich zwischen der neuen Ersatzmaschine vor ihrer Anschaffung und der alten schon vorhandenen Maschine, in der Tatsache besteht, daß die Ausgabe für die Anschaffung der alten Maschine schon getätigt ist und dieser Kauf nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Dieses Datum muß in der Rechnung berücksichtigt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß dem Buchwert einer Maschine bei den hier angeführten Rechenmethoden keinerlei Bedeutung beizumessen ist. Den Unternehmer sollte als Ausgangspunkt für seine Dispositionen lediglich der Ertragswert einer Anlage interessieren. Be-

1) Schneider, Erich, Wirtschaftlichkeitsrechnung aaO. S. 91 ff. Der Begriff der Grenzkosten ist hier auf die Zeit bezogen und umfaßt damit alle Kosten einer Maschine, die während der folgenden Rechnungsperiode anfallen.

steht die Möglichkeit durch Ersatz einer alten Maschine durch eine neue den Gewinn zu vergrößern bzw. die Ertragslage zu verbessern, dann ist die Ersatzinvestition vorzunehmen. Jede andere Handlungsweise widerspricht dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip.

Eine abweichende Meinung hierzu glaubt Brandt zu vertreten.¹⁾ Er ist der Auffassung, daß die Differenz zwischen Buchwert und Marktwert der alten Anlage den Ersatzzeitpunkt insofern beeinflußt, als diese Differenz zu Lasten der neuen Anlage verrechnet werden muß. Angenommen, es handelt sich um eine reine Rationalisierungsinvestition, die Leistungen der alten und der neuen Maschine weichen nicht voneinander ab. Für diesen Fall beschränkt Brandt seinen Investitionsvergleich auf einen reinen Kostenvergleich. Er geht von folgendem Beispiel aus:

Die Anlage A hat einen Buchwert, der ihrem Nutzungswert entspricht, von 10 000,- DM. Ihr augenblicklicher Marktwert beträgt 6 000 DM, ihre Restnutzungsdauer 5 Jahre. Die Ersatzanlage B kostet 20 000,- DM. Ihre Nutzungsdauer beträgt ebenfalls 5 Jahre.

Wird die Anlage A nicht ersetzt, dann fallen in den nächsten 5 Jahren jährlich

$$\frac{10\,000}{5} = 2\,000,- \text{ DM}$$

Abschreibungskosten an. Wird die Anlage A jedoch durch die Anlage B ersetzt, dann verbleiben 4 000,- DM Restwert der alten Anlage, die zusätzlich zu den Abschreibungsbeträgen der neuen Anlage anfallen.

1) Brandt, H., a.a.O. S. 59 f.

$$\frac{20\,000 + 4\,000}{5} = 4\,800,- \text{ DM}$$

"Der Verfahrenswechsel verursacht mithin einen Zuwachs der Abschreibungskosten in Höhe von 2 800,- DM/Jahr. Er ist hinsichtlich der Kapitalverzinsung nur zweckmäßig, wenn die Ersparnis an Betriebskosten größer ist als die Zunahme der Kapitalkosten."¹⁾ Das ist die Folgerung, die Brandt daraus zieht.

Machen wir jetzt die zusätzliche Annahme, daß die Betriebskosten der Anlage A für die nächsten 5 Jahre insgesamt 25 000,- DM betragen und für die Anlage B 12 000,- DM, dann ließe sich nach Brandt folgender Vergleich durchführen:

Die Anlage A wird nicht durch die Anlage B ersetzt:

Abschreibung	10 000,-- DM
Betriebskosten (A)	<u>25 000,-- DM</u>
Insgesamt	35 000,-- DM

Die Anlage A wird durch die Anlage B ersetzt:

Abschreibung Anlage A	4 000,-- DM
Abschreibung Anlage B	20 000,-- DM
Betriebskosten (B)	<u>12 000,-- DM</u>
Insgesamt	36 000,-- DM

Der Ersatz der Anlage A durch die Anlage B führt also zu einem Verlust von 1 000,- DM.

Dasselbe Ergebnis kann man aber auch dann erhalten, wenn man die Rechnung nur auf den zukünftigen Zahlungen aufbaut:

1) Brandt, H., a.a.O., S. 60

Die Anlage A wird nicht durch die Anlage B ersetzt:

Betriebsausgaben (A)	25 000,- DM
----------------------	-------------

Die Anlage A wird durch die Anlage B ersetzt:

Anschaffungspreis (B)	20 000,- DM
-----------------------	-------------

Betriebsausgaben (B)	+ 12 000,- DM
----------------------	---------------

Einnahme durch Verkauf der Anlage A	<u>- 6 000,- DM</u>
--	---------------------

Insgesamt	26 000,- DM
-----------	-------------

Auch diese Rechnung zeigt also, daß der Ersatz der Anlage A durch die Anlage B zu einem Ergebnis führt, das um 1 000,- DM ungünstiger ist, als das Ergebnis im Falle des Verzichts auf einen Ersatz.

Abgesehen davon, daß die Rechnung den Zeitfaktor nicht berücksichtigt, was auch Brandt bemängelt, führt eine rein zukunftsorientierte Investitionsrechnung, die in der Vergangenheit geleistete Ausgaben nicht enthält, zu dem gleichen Ergebnis wie die Rechnung von Brandt. Diese Schlußfolgerung ist insofern möglich, als auch Brandt bei seiner Argumentation darauf verzichtet, den Unterschied zwischen Kosten und Ausgaben als Grund für seine Aussage heranzuziehen.

Aus dem Ergebnis folgt erstens, daß die Kritik von Brandt, die sich gegen die Behauptung wendet, daß in der Vergangenheit geleisteten Ausgaben für die zukunftsorientierte Investitionsrechnung ohne Bedeutung sind, gegenstandslos wird¹⁾ und zweitens, daß eine Diskussion für oder gegen die Berücksichtigung des Restwertes nur möglich ist, wenn die anzuwendende Rechenmethode vorher festgelegt wird.

1) Brandt, H., a.a.O. S. 61.

Schwieriger ist die Frage zu lösen, wie ein von Jahr zu Jahr sinkender Marktwert der alten Anlage den Ersatzzeitpunkt beeinflusst. In diesem Fall wird sich nämlich der Ersatz der alten Anlage durch eine neue unter Umständen früher als vorteilhaft erweisen. Nicht nur die höheren Betriebskosten der alten Maschine, sondern auch ihr sinkender Marktwert beeinflussen den Kapitalwert einer Anlage, der als Kriterium herangezogen wird für die Investitionsentscheidung.

Den Einfluß des Marktwertes einer Maschine auf ihren Kapitalwert zeigt folgende Gleichung:¹⁾

$$K_0 = \int_0^n \left\{ E(t) - B(t) \right\} e^{-\delta t} dt + R(n)e^{-\delta n} - A$$

In der Formel ist (E) der Einnahmenstrom, (B) der laufende Ausgabenstrom, (R) der Verkaufswert der Anlage in Abhängigkeit von der Lebensdauer (n) der Anlage und A die Anschaffungskosten. Die Höhe des Einnahmenstromes und Ausgabenstromes schwankt innerhalb der Lebensdauer der Anlage. Ihre absolute Höhe ist abhängig vom Zeitpunkt (t) innerhalb des Zeitintervalles $0 \rightarrow n$. δ ist der Zinsfuß, der bei momentaner Verzinsung den gleichen Zinsertrag ergibt wie der Zinsfuß (i) bei einmaliger Zinsengutschrift pro ZE.²⁾

Je größer die Raten sind, um die der Verkaufswert sinkt, desto stärker ist sein Einfluß auf den Kapitalwert. Der Kapitalwert sinkt in diesem Fall durch sinkende Einnahmen, steigende Ausgaben und den sinkenden Verkaufswert. Die Rate, um die der Verkaufswert der Anlage ab-

1) Diese Formel findet sich z.B. bei Hotelling a.a.O., Preinreich a.a.O. und Schneider a.a.O. in gleicher oder ähnlicher Form.

2) Vgl. S.55 ff.

nimmt, stellt eine entgangene Einnahme dar.

Bei der Methode von Terborgh¹⁾ (adverse minimum) zeigt sich ebenfalls, daß der Marktwert einer Maschine ihren Ersatzzeitpunkt beeinflusst.

c. Die Methode des "adverse minimum".

Die Schwierigkeit des Ersatzproblems besteht darin, bei der Investitionsrechnung sowohl den Verschleiß, als auch die Veralterung zu berücksichtigen. Terborgh unternimmt den Versuch, beide Daten in seine Rechnung einzubeziehen. Der Verschleiß ergibt sich durch einen Vergleich zwischen der alten und einer neuen Maschine gleichen Typs. Die Veralterung erkennt man bei dem Vergleich zwischen zwei neuen Maschinen, nämlich einer neuen Maschine des alten Typs und einer des neuen Typs.

Die Kluft, die sich zwischen dem Ertragswert der alten Maschine und der jeweils besten Ersatzmaschine ergibt, bezeichnet Terborgh als operating inferiority.

"Whatever the combination of these factors, a gap opens up, with use and the passage of time, between the operating performance of a machine in service and the best performance obtainable from its current challenger. This gap is what we mean by operating inferiority. It is the amount by which the machine is inferior, operationally, to its challenger".²⁾

Will man diese Differenz in einem bestimmten Zeitpunkt messen, so geschieht das durch einen Vergleich der alten Maschine mit der besten Ersatzmaschine. Handelt es sich aber nicht um eine Punktbetrachtung, sondern um

1) Vgl. S. 127 ff.

2) Terborgh, George, a.a.O. S. 62.

eine Betrachtung, die sich über eine gewisse Zeitspanne erstreckt, so geschieht das durch einen Vergleich der alten Maschine mit den jeweils zu den einzelnen Zeitpunkten verfügbaren besten Ersatzmaschinen. Bezeichnen wir diese Differenz als Ertragsnachteil, so können wir sagen, daß der Ertragsnachteil jährlich um einen gewissen Betrag steigt.

Außer den erhöhten Gewinnen, die eine neue Maschine einbringt, durch geringere Ausgaben für Betriebs- und Instandhaltungskosten oder durch höhere Einnahmen, sind für die Investitionsrechnung auch die Anschaffungskosten der neuen Maschine wesentlich. Verteilt man die Kapitalkosten auf die Länge der Lebensdauer, so werden die durchschnittlichen Kapitalkosten pro Jahr bei einer Verlängerung der Lebensdauer immer kleiner, während der Ertragsnachteil jährlich um eine gewisse Rate zunimmt und der durchschnittliche Ertragsnachteil steigt. Bei einer bestimmten Lebensdauer muß die Summe der durchschnittlichen Anschaffungskosten pro Jahr und des durchschnittlichen Ertragsnachteils pro Jahr am kleinsten sein. Diesen niedrigsten Wert nennt Terborgh "adverse minimum".

Zur Vereinfachung setzt er zwei Prämissen.

Die erste lautet:

Die zukünftigen Ersatzmaschinen haben dasselbe "adverse minimum" wie die augenblicklich beste Ersatzmaschine.

Die zweite lautet:

Der Ertragsnachteil der gegenwärtig besten Ersatzmaschine nimmt während ihrer Lebensdauer jährlich um einen konstanten Betrag zu.

Einmal aus Vereinfachungsgründen und zweitens aus der Tatsache heraus, daß eine Gesetzmäßigkeit nicht nachweisbar ist, nimmt Terborgh an, daß die jährliche Rate, um die der Ertragsnachteil steigt, konstant ist. Im

Hinblick auf die Praxis ist diese Annahme sehr problematisch¹⁾ und angreifbar. Andererseits ist es kaum möglich, eben weil eine Gesetzmäßigkeit nicht besteht, mit wirklichkeitsnahen Werten zu rechnen.

Für die Durchführung der Rechnung ergeben sich durch die beiden Prämissen große Erleichterungen. Vergleicht man nämlich die vorhandene Maschine mit der besten Ersatzmaschine, so erhält man den Ertragsnachteil der alten Maschine. Da nach Voraussetzung der jährliche Betrag, um den der Ertragsnachteil zunimmt, konstant ist, kann man ihn berechnen durch einfache Division des gesamten Ertragsnachteils des nächsten Jahres durch das Alter der Maschine. Beträgt z.B. der gesamte Ertragsnachteil des folgenden Jahres 1000 und die bisherige Lebensdauer 5 Jahre, so ist die jährliche Zuwachsrate des Ertragsnachteils 200.

Terborgh setzt also voraus, daß der Ertragsnachteil, verursacht durch Verschleiß und Veralterung, jeweils konstant ist. Schindler schreibt dazu folgendes: "Die Kritik muß mit der Frage einsetzen, ob es denn bekannt ist, wie sich der Intensitätsnachteil (operating inferiority) der zu ersetzenden Maschine im Laufe der Jahre gebildet hat. Setzen wir voraus, daß der technische Fortschritt in den nächsten 10 Jahren ungefähr in dem Maße weiterschreitet, wie er es in den vergangenen 10 Jahren (der Dienstzeit der zu ersetzenden Maschine) tat, dann ist noch lange nicht gesagt, daß der Verschleiß der neuen Maschine demjenigen der alten konform sein muß. Erstens kann die neue Maschine eben durch den technischen Fortschritt bei gleicher Aus-

1) Vgl. die Erweiterung dieser Prämisse bei der Dringlichkeitsmethode von Terborgh S. 145.

nützung dem Verschleiß weniger unterworfen sein; zweitens aber dürfte der Beschäftigungsgrad und überhaupt der Unterschied zwischen der "reinen Gebrauchsnutzung" und der "Zeitnutzung", auf den Lohmann mit Nachdruck hinweist, hier eine besondere Rolle spielen. Der Investor muß demnach das Resultat, das er bei Berechnung der Intensitätsabnahme der zu ersetzenden Maschine erhielt, entsprechend modifizieren".¹⁾

Terborgh ist sich durchaus bewußt, daß seine Prämissen angreifbar sind. Er sagt dazu: "Whatever may be said of these assumptions, they are clear and definite. In using them - or rather, the replacement formular they yield - the analyst knows exactly where he stands. If he thinks the assumptions inapplicable in some respects to the case in hand, he can modify the results of the formular as his judgement indicates, but he has at least a bench mark or point of departure to work from".²⁾

"In general, when the future cannot be foreseen, the best we can do is to project a continuation of the present".³⁾

Der besondere Wert der Prämissen erweist sich bei der Aufstellung einer Formel.

"Since we are dealing with mechanical successions on both sides, composed, for the most part, of machines not yet in existence, the capital cost and operating inferiority of which are therefore unpredictable, the first step in the development of such a formular must be to dispose of these future machines by assumption, so that the replacement analysis can be made from data

1) Schindler, a.a.O. Diss. Freiburg 1955, S. 88.

2) Terborgh, a.a.O. S. 73.

3) Terborgh, a.a.O. S. 65.

and estimates for existing machines only. This is the purpose of our first standard assumption. By fixing the relation of future challengers to the present one (they will have the same adverse minimum) it makes possible their exclusion from direct or explicit consideration and rests the analysis on the two machines which head the successions, the defender and the current challenger. We need no longer deal with these mechanical ghosts of the future".¹⁾

Da es erforderlich ist, die zukünftigen Ersatzmaschinen in irgendeiner Form zu berücksichtigen, ihre Daten uns aber heute unbekannt sind, ist es nötig, gewisse Prämissen zu setzen, um überhaupt zu einer Aussage zu gelangen. Durch diese beiden Prämissen beruht die Entscheidung zwischen dem sofortigen Ersatz der alten Maschine durch die neue und der weiteren Benutzung der alten Maschine auf einem Vergleich der "adverse minima" der alten und neuen Maschine.

Wie bestimmt man nun das "adverse minimum" der neuen Maschine?

Unter "adverse minimum" versteht man den Wert, bei dem die Summe des durchschnittlichen jährlichen Ertragsnachteils und des durchschnittlichen jährlichen Anteils der Anschaffungskosten der Maschine ein Minimum aufweist.

Nach Voraussetzung nimmt der Ertragsnachteil jährlich um einen konstanten Betrag, z.B. 100, zu. Dann beträgt der Ertragsnachteil im ersten Jahr 0, im zweiten Jahr 100, im dritten Jahr 200 und im vierten Jahr 300. Um die Gegenwartswerte des Ertragsnachteils in den einzelnen Jahren zu erhalten, diskontiert man die entsprechenden Werte. Die Summe der diskontierten Ertragsnachteile

1) Terborgh, a.a.O. S. 74 ff.

der einzelnen Jahre, ergibt den Gegenwartswert des gesamten Ertragsnachteils für eine bestimmte Lebensdauer der Maschine. Um den durchschnittlichen Ertragsnachteil bei einer Lebensdauer von 10 Jahren zu erhalten, multipliziert man den Gegenwartswert des gesamten Ertragsnachteils mit dem Wiedergewinnungsfaktor

$$\frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Beträgt der Zinsfuß z.B. 10 % und die Lebensdauer 10 Jahre, so rechnet man mit einem Wiedergewinnungsfaktor von 0,16275.

Zu dem durchschnittlichen Ertragsnachteil, der sich bei der Verlängerung der Lebensdauer um ein Jahr jeweils ändert, addiert man den durchschnittlichen jährlichen Anteil der Anschaffungskosten. Betragen die Anschaffungskosten 5000, so hat bei einer Lebensdauer von einem Jahr, dieses eine Jahr die gesamten Anschaffungskosten zu tragen. Verlängert man die Lebensdauer der Maschine jeweils um ein Jahr, so wird der Anteil des einzelnen Jahres immer kleiner. Um den Gegenwartswert des jährlichen durchschnittlichen Anteils zu bestimmen, multipliziert man einfach die Anschaffungskosten der Maschine mit dem entsprechenden Wiedergewinnungsfaktor.

Da der Ertragsnachteil jährlich steigt, der Anteil der durchschnittlichen Anschaffungskosten aber bei jeder weiteren Verlängerung der Lebensdauer fällt, muß die Summe der beiden Werte bei einer bestimmten Lebensdauer der Maschine ein Minimum sein. Dieses Minimum bezeichnet Terborgh als "adverse minimum". Beträgt der Zinsfuß 10%, die Anschaffungskosten 5000 und der Ertragsnachteil im ersten Jahr Null und nimmt dann jährlich um 100 zu, so verändert sich das "adverse minimum" bei wachsender Lebensdauer wie nachfolgende Tabelle zeigt:

T a b e l l e I 1)

Operat- ting infe- riori- ty	Abzin- sungs- faktor	Gegen- warts- wert opera- ting inferi- ority	Summe der Gegen- warts- werte bis zu dem an- gegebe- nen Jahr	Wieder- Gewin- nungs- faktor	Durch- schnitt- liche opera- ting inferi- ority	Gegen- warts- wert der durch- schnitt- lichen Kapital- kosten	Summe von Kolonne 6 + 7
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,909	0	0	0,100	0	5500	5500
100	0,826	83	83	0,576	48	2881	2929
200	0,751	150	233	0,402	94	2011	2104
300	0,683	205	438	0,315	138	1577	1716
400	0,621	248	686	0,264	181	1319	1500
500	0,565	282	963	0,230	222	1148	1371
600	0,513	308	1276	0,205	262	1027	1289
700	0,467	327	1603	0,187	300	937	1238
800	0,424	339	1942	0,174	337	868	1205
900	0,386	347	2289	0,163	373	814	1186
1000	0,351	351	2640	0,154	406	770	1176
1100	0,319	351	2990	0,147	439	734	1173
1200	0,290	348	3338	0,141	470	704	1174
1300	0,263	342	3680	0,136	500	679	1178
1400	0,239	335	4015	0,131	528	657	1185

Um bei der Berechnung des "adverse minimum" den Zeitfaktor zu berücksichtigen, sind die einzelnen Werte in der Rechnung entsprechend abgezinst worden. Multipliziert man die Werte der Kolonne 1 mit den Abzinsungsfaktoren der Kolonne 2

($(1+i)^{-n}$; $i=0,1$; n = Anzahl der Jahre),

so erhält man den Gegenwartswert der Ertragsnachteile (operating inferiority) in Kolonne 3. Kolonne 4 gibt die Summe der Gegenwartswerte von Kolonne 3 bis zu dem ent-

1) Terborgh, a.a.O. S. 78

sprechenden Jahr, nach Kolonne 1, an. (z.B. 4 Jahre: 83 + 150 + 205 = 438). Multipliziert man die Werte der Kolonne 4 mit dem

$$\text{Wiedergewinnungsfaktor} \quad \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1},$$

so erhält man den durchschnittlichen Ertragsnachteil (operating inferiority).¹⁾ Die Summe von Kolonne 6 + 7 zeigt in Kolonne 8 das "adverse minimum" in Höhe von 1173 bei einer Lebensdauer von 12 Jahren.

Bei diesem Beispiel wird vorausgesetzt, daß der Restwert der Maschine zu jedem Zeitpunkt Null beträgt. Ist das nicht der Fall, so ist es nicht möglich, die Anschaffungskosten auf die Lebensdauer zu verteilen, wie wir es eben beschrieben haben, sondern dann setzen sich die jährlichen Kapitalkosten aus der Wertabnahme der Maschine (Kol. 2) und den Zinsen auf den Restwert am Anfang des Jahres (Kol. 3) zusammen. Durch die Berücksichtigung eines Restwertes fällt die Kurve der durchschnittlichen Kapitalkosten langsamer, als im ersten Fall und wir erhalten auch hier, genau wie bei der Theorie von Schneider, eine kürzere Lebensdauer.²⁾

1) Vgl. Annuitätsmethode S. 53

2) Vgl. S. 126.

T a b e l l e II 1)

Jahr	Restwert	Restwert abnahme	Zinsen auf den Restwert	Kapitalkosten Kol. 2 + 3	Operating inferiority	Kol. 4 + Kol. 5	Durchschn. liche operating inferiority	Durchschn. liche Kapitalkosten	Summe von Kol. 7 + 8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	4200	800	500	1300	0	1300	0	1300	1300
2	3500	700	420	1120	100	1220	48	1214	1262
3	2900	600	350	950	200	1150	94	1134	1228
4	2400	500	290	790	300	1090	138	1060	1198
5	2000	400	240	640	400	1040	181	991	1172
6	1700	300	200	500	500	1000	222	928	1150
7	1400	300	170	470	600	1070	262	880	1142
8	1200	200	140	340	700	1040	300	832	1133
9	1000	200	120	320	800	1120	337	795	1132
10	800	200	100	300	900	1200	373	764	1137
11	600	200	80	280	1000	1280	406	737	1144
12	500	100	60	160	1100	1260	439	710	1149

Terborgh geht noch auf den Fall ein, daß die Maschine nach jeweils 3 Jahren eine weitere Kapitalzufuhr von 500 erfordert und stellt fest, daß diese Annahme zu einer weiteren Verkürzung der Lebensdauer führt.

Bisher haben wir uns mit der Bestimmung des "adverse minimum" der neuen Maschine beschäftigt. Das "adverse minimum" der alten Maschine wird in gleicher Weise berechnet. Der Ertragsnachteil gegenüber der neuen Maschine wird festgesetzt und die jährliche Rate um die der Ertragsnachteil zunimmt. Dann bestimmt man den Restwert der alten Maschine und die Entwertungsrate pro Jahr. Mit Hilfe dieser Werte kann man das "adverse minimum" der alten Maschine in der oben beschriebenen Weise berechnen. Terborgh vertritt die Meinung, daß

1) Terborgh, a.a.O. S. 81

man in den meisten Fällen damit rechnen kann, daß das "adverse minimum" der alten Maschine gleich der Summe des durchschnittlichen Ertragsnachteils und der durchschnittlichen Kapitalkosten des nächsten Jahres ist, weil eine Rechnung erst dann aufgestellt wird, wenn die Kurve der durchschnittlichen Ertragsnachteile stärker steigt, als die Kurve der durchschnittlichen Kapitalkosten fällt.

"If the asset has become an appropriate object for a replacement analysis, its normal, or representative, operating inferiority will usually be rising faster than its capital cost (if any) is falling, giving a rising trend for the two combined. For this reason it can usually be assumed that the next - year total of these factors is the adverse minimum".¹⁾ Terborgh mißt dieser Annahme weniger theoretische als praktische Bedeutung zu und weist auf die Vereinfachung hin, die sich für die Lösung des praktischen Falles bietet.

"We shall merely observe at this point that if the next-year figure for these two magnitudes is treated as the adverse minimum the calculation becomes simple and easy compared with derivation of the challenger's minimum. It requires no estimates or projections more than a year ahead".²⁾

Sind in dieser Weise die "adverse minima" der alten und neuen Maschine ermittelt, so ergibt sich die Lösung der Frage, ob die alte Maschine sofort durch die neue ersetzt werden soll, durch einen einfachen Vergleich der gefundenen Werte. Die Entscheidung fällt zugunsten der Maschine mit dem kleinsten "adverse minimum".

1) Terborgh, a.a.O. S. 85

2) Terborgh, a.a.O. S. 87

Stehen nicht nur eine, sondern mehrere Ersatzmaschinen zur Verfügung, so wird man die Maschine mit dem niedrigsten "adverse minimum" wählen.

Nachdem wir die grundlegenden Gedankengänge, deren Kenntnis zur Durchführung der Rechnung erforderlich ist, erörtert haben, wollen wir nun kurz auf die Größe eingehen, durch die sich die Lösung von Terborgh wesentlich von den bisher behandelten unterscheidet und deshalb neue Probleme aufzeichnet.

Terborgh geht von der Annahme aus, daß der Ertragsnachteil jährlich um einen konstanten Betrag steigt. Diese Annahme ermöglicht es, rückwirkend die jährliche Rate zu bestimmen, indem wir den Ertragsnachteil der alten Maschine im gegenwärtigen Zeitpunkt durch Vergleich mit der besten Ersatzmaschine bestimmen und durch die bisherige Lebensdauer der alten Maschine dividieren. Es besteht auch die Möglichkeit, rückschauend aufgrund von Erfahrungswerten die jährliche Zuwachsrates zu berechnen, also empirisch. Es ist auf jeden Fall fraglich, ob diese Werte irgendwie auch für die Zukunft verbindlich sind. Der Investor muß deshalb bemüht sein, falls er die Vergangenheitswerte als Grundlage für die Schätzung der Zukunftswerte ansieht, diese Werte entsprechend zu modifizieren. Kleinere Ungenauigkeiten haben keine Bedeutung, da sie das Ergebnis kaum beeinflussen.

"Fortunately, a high degree of exactitude is unnecessary, since moderate variations in the gradient estimate have a comparatively slight effect on the challenger's adverse minimum, the object of the whole calculation".¹⁾

Unterscheidet sich aber die neue Maschine grundlegend

1) Terborgh, a.a.C. S. 116.

von der alten, dann ist es nach Terborgh Ansicht zweckmäßiger, die Lebensdauer zu schätzen.

Nachdem wir die Methode von Terborgh verbal dargestellt und die Ergebnisse mit Hilfe einiger Tabellen erläutert haben, wollen wir die rein mathematische Konzeption für die Ermittlung des "adverse minimum" geben.¹⁾

Der Kapitalwert K_0 des einzelnen Investitionsgutes beträgt

$$(1) K_0 = \int_0^n g t e^{-s t} dt + A - R(n) e^{-s n}$$

Dabei ist g die jährliche Rate, um die der Ertragsnachteil zunimmt und $g t$ der Ertragsnachteil nach t Jahren. Daraus folgt, daß der Kapitalwert C einer unendlichen Investitionskette bei kontinuierlicher Verzinsung

$$(2) C_0 = \frac{1}{1-e^{-s n}} \int_0^n g t e^{-s t} dt + A - R(n) e^{-s n}$$

beträgt. Differenziert man diese Gleichung nach t , so erhält man das "adverse minimum".

$$(3) AM = \frac{s n [A e^{-s n} - R'(n) s] + [R(n) s - R'(n)] (1-s)}{s n + s - 1}$$

$$s = e^{-s n}$$

In dieser Gleichung ist der Ertragsnachteil g nicht mehr enthalten. Es ist vielmehr erforderlich, die Lebensdauer der Anlage zu schätzen. Setzt man voraus, daß der Restwert der Anlage entsprechend der degressiven Abschreibung abnimmt und a gleich dem konstanten Wertminderungssatz ist, so ist

$$(4) R(n) = A \left(1 - \frac{a}{100}\right)^n$$

1) Terborgh, George, MAPI Replacement Manual, Chicago 1950.
Schindler, Heinz, ZfhF. 1956, S. 478 ff.

Wir setzen die erste Ableitung von $R(n)$ in die Gleichung (3) ein und erhalten:

$$(5) \quad AM = \frac{\$ n [A\$ + rR(n) s]}{\$ n + s - 1} - \frac{R(n) (\$ + r) (1-s)}{\$ n + s - 1}$$

$$r = \frac{2.30259}{n} (\log A - \log R(n))$$

$$s = e^{-\$ n}$$

Für den Fall, daß $R(n) = 0$ ist, vereinfacht sich die Formel noch weiter:

$$(6) \quad AM = \frac{A n \$^2}{\$ n + s - 1}$$

Da die Lösung der Gleichung (5) mit verhältnismäßig großen Schwierigkeiten verbunden ist, hat Terborgh ein Kurvenschaubild entwickelt, das es ermöglicht, das "adverse minimum" in einfacher Weise zu ermitteln. Voraussetzung ist auch in diesem Fall die Schätzung der Lebensdauer. Es bliebe nachzuprüfen, wie sich das "adverse minimum" einer Maschine ändert, wenn man die Lebensdauer um ein oder zwei Jahre variiert. Zu diesem Zweck sehen wir uns noch einmal die beiden auf Seite 133 und 135 aufgeführten Tabellen an. Wir stellen fest, daß die entsprechenden Werte ein Jahr vor und ein Jahr nach dem "adverse minimum" nur geringfügig über dem Minimum liegen. Im ersten Fall beträgt das "adverse minimum" 1173 bei einer Lebensdauer von 12 Jahren. Die Werte für das 11. und 13. Jahr betragen 1176 und 1174. Sie würden also durchaus für den Vergleich mit dem "adverse minimum" der alten Anlage genügen. In Tabelle 2 beträgt das "adverse minimum" 1132 und die entsprechenden Werte 1133 bzw. 1137.

Entscheidend für die Höhe des "adverse minimum" ist aber nicht nur die Lebensdauer sondern auch der Kalkulationszinsfuß. Erhöht man den Kalkulationszinsfuß, so wird die Lebensdauer der Maschine verlängert, d. h. ihr

"adverse minimum"

fällt auf einen späteren Zeitpunkt. Als Beispiel möge folgende Tabelle von Terborgh dienen: ¹⁾

T a b e l l e III

Jahr	0%	5%	10%	15%	20%
1	5 000	5 250	5 500	5 750	6 000
2	2 550	2 738	2 929	3 122	3 318
3	1 767	1 933	2 104	2 281	2 462
4	1 400	1 554	1 716	1 884	2 059
5	1 200	1 345	1 500	1 664	1 836
6	1 083	1 221	1 371	1 531	1 701
7	1 014	1 145	1 289	1 447	1 616
8	975	1 098	1 238	1 392	1 561
9	956	1 071	1 205	1 357	1 524
10	950x	1 057	1 186	1 335	1 500
11	955	1 053x	1 176	1 321	1 484
12	967	1 056	1 173x	1 313	1 475
13	985	1 064	1 174	1 310x	1 469
14	1 007	1 076	1 178	1 310x	1 466
15	1 033	1 091	1 185	1 312	1 465x
16	1 063	1 109	1 194	1 315	1 466

Folgende Werte sind für die Berechnung der Tabelle zugrunde gelegt worden:

Anschaffungskosten der Maschine 5 000.

Jährliche Zunahme des Ertragsnachteils 100.

Restwert 0.

Je höher der Kalkulationszinsfuß ist, um so größer ist die Differenz zwischen den "adverse minima". Bei einem Kalkulationszinsfuß von 0% und 5% ist die Differenz zwischen den "adverse minima" 103, während bei einem Kalkulationszinsfuß von 15% und 20% die Differenz schon 155 beträgt. Im ersten Fall verlängert sich die Lebensdauer um 1 Jahr, im zweiten Fall schon um 1 1/2 Jahre. Terborgh hält es nicht für ungewöhnlich, daß in der Praxis mit Zinssätzen von 40 % oder 50 % gerechnet wird.

1) Terborgh, a.a.O. S. 175

In den Fällen steigen die "adverse minima" und die Lebensdauer sehr stark an.¹⁾

Kalkulations- zinsfuß	Adverse Minimum
0	950
5	1 053
10	1 173
15	1 310
20	1 465
30	1 831
40	2 250
50	2 704

Daraus geht hervor, daß durch einen hohen Kalkulationszinsfuß der Ersatzzeitpunkt stark hinausgeschoben wird und die alte Maschine länger in Gebrauch bleibt, als im Grunde genommen vertretbar. Genau so falsch ist es natürlich, mit einem zu niedrigen Kalkulationszinsfuß zu rechnen. Auch in diesem Fall ist ein Verlust zu verzeichnen, durch den zu frühen Ersatz der alten Maschine.

Die Höhe des Kalkulationszinsfußes ist abhängig von den Kosten des Kapitals. "We repeat, the interest rate that maximizes profit is the cost of money. Any deviation therefrom, whether up or down, will produce a relative loss".²⁾ Bei den Überlegungen muß man einmal von der Möglichkeit, die Investition mit Eigenkapital oder mit Fremdkapital durchzuführen, ausgehen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Verzinsung des Eigenkapitals, falls man es im eigenen Betrieb anlegt, nicht geringer sein darf, als eine Verzinsung, die man erreichen kann, wenn man das Kapital außerhalb der Unternehmung investiert. Bei Fremdkapital ist es dagegen erforderlich, auch die steuerlichen Vorteile in die Rechnung einzube-

1) Terborgh, a.a.O. S. 170

2) Terborgh, a.a.O. S. 175

ziehen, die sich dadurch ergeben, daß die Zinsen auf das Fremdkapital als Aufwand anzusehen sind. Abschließend kann jedoch gesagt werden, daß kleine Unterschiede zwischen den Zinssätzen keinen großen Einfluß auf die gesamte Rechnung haben.

"While the cost of money may be difficult to determine with precision, especially the opportunity cost of internal funds, an exact determination is not essential to the selection of the interest rate for replacement analyses. Limited deviations of this rate from the cost of money have only a moderate effect on the timing of the replacement signal, provided the analysis is otherwise correct. There is no objection, therefore, to a reasonable range of variation in the interest rate employed in replacement studies. Rather than strive for exactitude on this point, we can better devote our efforts to seeing to it that the procedure is "otherwise correct".¹⁾

d. Die Dringlichkeitsmethode von Terborgh.²⁾

Obwohl die Lösung des Investitionsproblems, die Terborgh vorschlägt, den Realitäten in der Praxis mehr entspricht, dadurch, daß er in weiterem Ausmaß den technischen Fortschritt berücksichtigt als das mit der Kapitalwert-Methode möglich ist, muß auch die Methode des "adverse minimum" den Vorwurf gegen sich gelten lassen, daß sie in starkem Maße auf Daten aufbaut, die aufgrund ihres Zukunftscharakters mit großer Unsicherheit behaftet sind oder gar nicht ermittelt werden können.

Terborgh hat sich aus diesem Grunde bemüht, eine neue Formel zu schaffen, die leichter zu handhaben ist. Er

1) Terborgh, a.a.O. S. 175.

2) Terborgh, George, Business Investment Policy, Washington 1958.

schlägt vor, einen relativen Zinsfuß zu ermitteln, der die Dringlichkeit eines Investitionsvorhabens angibt. (MAPI Urgency Rating). Dieser relative Zinsfuß sagt nichts über die Rentabilität der Investition aus, sondern gibt lediglich die Überrendite an, die durch die neue Investition für das nächste Jahr erzielt werden kann. Je höher dieser relative Zinsfuß ist, desto größer ist also der Verlust, den das Unternehmen erleidet, wenn die Investition weiter hinausgeschoben wird.

Der errechnete Dringlichkeitszinsfuß gilt nur für das nächste Jahr. Die Formel baut im wesentlichen auf Zahlenmaterial auf, das sich auf das nächste Jahr bezieht. Es werden jeweils durch einen Vergleich zwischen den beiden Alternativen - Ersatz bzw. Nicht-Ersatz der alten Anlage - die Vorteile ermittelt, die sich durch die neue Anlage ergeben. Den Ausgangspunkt der Investitionsentscheidung stellt demnach jetzt die neue Anlage dar und nicht mehr die alte. Terborgh hält diesen Wandel für sehr bedeutend.¹⁾

In einer vereinfachten Form zeigt folgende Formel die Daten, die den Zinsfuß bestimmen:²⁾

$$\text{Dringlichkeitszinsfuß} = \frac{(2)+(3)-(4)-(5)}{(1)} \cdot 100$$

(1) = Nettoinvestition. Das sind die Ausgaben, die bei der Anschaffung der neuen Anlage entstehen. Sie werden gemindert durch die Einnahme, die sich aufgrund des Liquidationswertes der alten Anlage ergibt und allen Ausgaben, die durch die Investition

1) Terborgh, George, Business Investment Policy, S. 84
"This is a reorientation as fundamental as the shift from Ptolemaic to Copernican astronomy".

2) Terborgh, G., Business Investment Policy, S. 60 ff.

vermieden werden. Das könnten z.B. Ausgaben für Reparaturen an der alten Anlage sein.

Nettoinvestition = Anschaffungskosten für die neue Anlage

- Liquidationswert der alten Anlage
Vermiedene Ausgaben.

- (2) = Zusätzlicher Gewinn des nächsten Jahres. Dieser zusätzliche Gewinn ergibt sich für das nächste Jahr aus den zusätzlichen Erlösen und den verringerten Kosten der neuen Anlage im Vergleich zu den Erlösen und Kosten die anfielen bei der alten Anlage. Einzelheiten zeigt das folgende Schema mit den Erläuterungen.
- (3) = Vermiedener Kapitalverzehr des nächsten Jahres. Er findet seinen Ausdruck in der Differenz des Liquidationswertes der alten Anlage jetzt und nach einem Jahr plus den aufgrund der Investition vermeidbaren Kapitalaufwendungen.
- (4) = Kapitalverzehr des nächsten Jahres. Es ergibt sich als Differenz zwischen den Anschaffungskosten der neuen Anlage und ihrem Nutzungswert am Ende des ersten Jahres. Hier versucht Terborgh mit Hilfe seiner Normprojektionen (projection pattern) eine einfache Methode zu entwickeln, um den Kapitalverzehr zu bestimmen. Bekanntlich ist der Kapitalwert einer Anlage gleich der Summe der diskontierten Reineinnahmen der Investition. In den meisten Fällen wird es jedoch nicht möglich sein, die erforderlichen Daten aufgrund ihres Zukunftscharakters zu ermitteln. Deshalb nimmt Terborgh an, daß bei einer neuen Maschine Kapitalwert und Anschaffungskosten übereinstimmen und die Reineinnahmen einer Anlage während ihrer Lebensdauer durch Ver-

alterung und Verschleiß entweder proportional, progressiv oder degressiv abnehmen. Im Vergleich zu der jeweils besten Ersatzmaschine nehmen die Reineinnahmen einer Anlage während ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer entweder um konstante Raten ab, um steigende oder um fallende Raten.

Gegenüber der Methode des "adverse minimum" erweitert Terborgh also die eine der beiden grundlegenden Prämissen. Die erste Prämisse:

Die zukünftigen Ersatzmaschinen haben dasselbe "adverse minimum" wie die augenblicklich beste Ersatzmaschine, bleibt bestehen und besagt, daß die Reineinnahmen der jeweils besten Maschine eine konstante Höhe aufweisen.

Die zweite Prämisse:

Der Ertragsnachteil einer Maschine im Vergleich zu der jeweils besten Ersatzmaschine nimmt jährlich um einen konstanten Betrag zu,

besagt, daß die Reineinnahmen einer Maschine im Vergleich zu den Reineinnahmen der jeweils besten Ersatzmaschine jährlich um einen konstanten Betrag abnehmen. Diese Prämisse erweiter Terborgh für seine neue Methode. Er unterscheidet jetzt drei Fälle:¹⁾

1. Standardnorm Die Reineinnahmen nehmen um einen konstanten Betrag ab. Sie fallen proportional zur Lebensdauer.
2. Variante A Die Reineinnahmen nehmen um einen steigenden Betrag ab. Sie fallen progressiv zur Lebensdauer.
3. Variante B Die Reineinnahmen nehmen um einen fallenden Betrag ab. Sie fallen degressiv zur Lebensdauer.

1) Terborgh, G., Business Investment Policy, S. 16.

(5) = Zusätzliche Einkommensteuer bei Vornahme der Investition. Die Höhe der Einkommensteuer bzw. Körperschaftsteuer des nächsten Jahres ist abhängig vom Gewinn. Die zusätzlich anfallenden Erlöse durch die Anschaffung der neuen Anlage und die nicht anfallenden Abschreibungen auf die alte Anlage erhöhen den Gewinn. Andererseits wirken die Abschreibungen auf die neue Anlage gewinnmindernd. Außerdem geht ein weiterer Einfluß auf die Höhe der Einkommensteuer von der Finanzierungsform aus. Bei der Durchführung der Investition mindern die Ausgaben für Fremdkapitalzinsen der neuen Anlage den Gewinn und damit die Einkommensteuer, während Fremdkapitalzinsen auf die alte Anlage nicht mehr berechnet werden können und deshalb den Gewinn und die Einkommensteuer erhöhen.

Die Einkommensteuerberichtigung ergibt sich also bei einem Steuersatz von 50 % aus der Hälfte des Gewinnzuwachses plus den unterbliebenen Abschreibungen auf die alte Anlage plus den Fremdkapitalzinsen auf den Restwert der alten Anlage, minus dem Abschreibungsbetrag auf die neue Anlage einschließlich der Fremdkapitalzinsen.

Terborgh hat versucht, mit dem folgenden Schema einer Gesamtanalyse die Durchführung der Rechnung zu systematisieren und zu erleichtern. Dabei betont er ausdrücklich, daß dieses Schema nur eine Konzeption darstellt und entsprechend den speziellen Erfordernissen dem einzelnen Betrieb angepaßt werden kann. In dieser Hinsicht entspricht das Schema etwa dem Kontenrahmen. Zu beachten ist dabei, daß nur die Zahlen eingesetzt werden dürfen, die sich im ersten Betriebsjahr der neuen Anlage ergeben und nicht etwa Durchschnittszahlen und daß nach Möglichkeit alle Vorteile und Nachteile quantitativ zu erfassen und in der Rechnung zu berücksichtigen sind. Anderer-

seits muß die Analyse sorgfältig und gewissenhaft durchgeführt werden, damit keine Daten zweimal in Rechnung gestellt werden. Bei der Mehrzahl der Projekte werden nur einige Reihen benötigt, so daß die Rechnung viel schneller durchgeführt werden kann als das umfangreiche Schema vermuten läßt. Zu den einzelnen Reihen sollen zur Verdeutlichung noch folgende ergänzende Erklärungen gemacht werden:

- Reihe 1: Anschaffungskosten der neuen Anlage.
Zu den Anschaffungskosten der neuen Anlage gehören sämtliche Ausgaben, die in Zusammenhang mit dem Kauf und der Installation der neuen Anlage anfallen.
- Reihe 3: Ausgaben für Nichtdurchführung der Investition.
Ausgaben dieser Art können z.B. die Gesamtkosten einer Großreparatur der alten Anlage sein.
- Reihe 7
+8: Erlösänderungen bei Variation der Produktqualität und -quantität.
Erlösänderungen treten nur dann auf, wenn der größeren qualitativen und quantitativen Kapazität der Anlage auch ein entsprechender Absatz gegenübersteht. Nicht die Kapazität ist entscheidend, sondern die Beschäftigung.
- Reihe 10: Fertigungslöhne.
Zu den Kosten der Fertigungslöhne gehören selbstverständlich auch die Kosten für bezahlte Überstunden, Prämien, bezahlte Feiertage und bezahlten Urlaub.
- Reihe 11: Gemeinkostenlöhne.
Hier sind alle Lohn- und Gehaltskosten anzuführen, die in Reihe 10 nicht berücksichtigt wurden.

Reihe 12: Soziallasten, Arbeitgeberanteil.

Zu den Sozialkosten, die der Arbeitgeber zu tragen hat, sind alle Ausgaben für Kranken-, Alters- und Unfallversicherung zu rechnen. Außerdem können hier alle sonstigen freiwilligen Leistungen dieser Art berücksichtigt werden.

Reihe 13: Instandhaltungskosten.

Zu den Instandhaltungskosten in diesem Sinne gehören nur solche Ausgaben, die regelmäßig zur Pflege und Wartung der Anlage anfallen. Es soll dabei nicht von durchschnittlichen sondern von den Ausgaben des nächsten Jahres ausgegangen werden.

Reihe 14: Werkzeugkosten.

Die Ausgaben für Werkzeuge sind in ihrer Höhe sehr verschieden für einzelne Jahre. Es kann daher zweckmäßig sein, eine bestimmte Verbrauchsquote anzunehmen und die Differenz der Verbrauchsquoten der beiden Alternativen, Anschaffung der neuen Anlage bzw. weitere Nutzung der alten Anlage, zu bestimmen.

Reihe 15: Verbrauch an Hilfsstoffen.

Hier ist der zusätzliche oder verringerte Verbrauch an Hilfs- und Betriebsstoffen zu berücksichtigen, wie Öl, sonstige Schmiermittel, Kühlmittel, Sägeblätter usw.

Reihe 16: Ausschuß und Nachbearbeitungskosten.

Oftmals ist es möglich, durch eine neue, präziser arbeitende Maschine den Ausschuß zu verringern bzw. zusätzliche Bearbeitungskosten zu sparen.

Gesamtanalyse ¹⁾

I. Nettoinvestition

1.	Anschaffungskosten der neuen Anlage	DM	1
2.	Liquidationswert der alten Anlage	DM	2
3.	Ausgaben bei Nichtdurchführung d. Investition	DM	3
4.	Einnahmen bzw. vermiedene Ausgaben bei Durchführung der Investition (2+3)	DM	4
5.	Erforderliche Nettoinvestition (1-4)	DM <u>.....</u>	5

II. Zusätzlicher Gewinn des nächsten Jahres bei Durchführung der Investition.

6.	Voraussichtliche Nutzung der neuen Anlage (Stunden pro Jahr)	DM	6
----	--	----------	---

Erlösänderungen

Zunahme

Abnahme

7.	Durch Variation d. Produktqualität	DM	DM	7
8.	Durch Variation d. Produktquantität	DM	DM	8
9.	Insgesamt	DM <u>.....</u> A	DM B	9

Kostenänderungen

10.	Fertigungslöhne	DM	DM	10
11.	Gemeinkostenlöhne	.....	.....	11
12.	Soziallasten, Arbeitgeberant.	.....	.....	12
13.	Instandhaltungskosten	.....	.....	13
14.	Werkzeugkosten	.....	.....	14
15.	Verbrauch an Hilfsstoffen	.....	.....	15
16.	Ausschuß u. Nachbearbeitungskosten	.....	.....	16
17.	Verlustzeiten	.....	.....	17
18.	Energie	.....	.....	18
19.	Raumbedarf	.....	.....	19
20.	Vermögenssteuer u. Versicher.	.....	.....	20
21.	Nebenkosten(Prüfung, Aufsicht usw.)	.....	.....	21
22.	Lagerbestand	.....	.....	22
23.	Unfallsicherheit	.....	.....	23
24.	Produktionsbreite u.-tiefe	.....	.....	24
25.	Sonstige	.....	.....	25
26.	Insgesamt	DM <u>.....</u> A	DM <u>.....</u> B	26

1) Terborgh, G., Business Investment Policy, S.103 ff.

27.	Erlösänderungen (9A-9B)	DM	27
28.	Kostenänderungen (26B-26A)	DM	28
29.	Zusätzlicher Gewinn des nächsten Jahres (27 + 28)	DM	29
30.	Vermiedener Kapitalverzehr des nächsten Jahres bei Durchführung d. Investition	DM	30
	A Liquidationswertabnahme d. alten Anlage	DM	A
	B Kosten der alten Anlage aufgrund von Reparaturausgaben	DM	B
	Insgesamt	DM	
31.	Gesamtgewinn (29 + 30)	DM	31
32.	Gesamtgewinn abzüglich der Einkommensteuer (31 - Steuern)	DM	32
33.	Differenz zwischen den Anschaffungskosten und dem Nutzungswert der neuen Anlage nach einem Jahr entsprechend dem MAPI Diagramm (Summe von Kol. F)	DM	33

Maschine oder Anlage	Anschaf- fungs- kosten	Geschätz- te Lebens- dauer (Jahre)	Rest wert in Prozent der An- schaf- fungs- kosten	MAPI Diagramm Nummer	MAPI Diagr. Faktor	Faktor Anschaf- fungsk. A.E
	A	B	C	D	E	F

Insgesamt DM

34.	Reingewinn der Investition (32 - 33)	DM	34
35.	MAPI Dringlichkeitszinsfuß (34 : 5) . 100 %	.....	35

Reihe 17: Verlustzeiten.

Hier sind nicht die Verlustzeiten zu berechnen und kostenmäßig zu erfassen, die regelmäßig durch z.B. bestimmte Reinigungs- und Wartungsarbeiten anfallen, die gehören in Reihe 13, sondern nur die Kosten, die sich bei einer plötzlichen Produktionsunterbrechung ergeben. Allerdings sind sie sehr schwer zu ermitteln und praktisch nur als Risiko- bzw. Wagniskosten erfaßbar.

Reihe 18: Energie.

Dagegen ist die Ermittlung des Energieverbrauchs relativ einfach. Stromverbrauch und Dampfverbrauch lassen sich in den meisten Fällen einigermaßen exakt im voraus bestimmen und kostenmäßig vergleichen.

Reihe 19: Raumbedarf.

Vielleicht besteht die Möglichkeit, mit der neuen Maschine Raum zu sparen, der dringend für andere Zwecke benötigt wird. Andererseits besteht genauso gut die Möglichkeit, daß zusätzlicher Raumbedarf entsteht.

Reihe 20: Vermögensteuer und Versicherung.

Im allgemeinen wird sich die Erhöhung der Vermögensteuer und der Versicherung bestimmen lassen. Andernfalls muß ein geeigneter Prozentsatz von dem neuen Vermögen verrechnet werden.

Reihe 21: Nebenkosten.

Nebenkosten können bei dem Ersatz der alten Anlage durch eine neue dadurch entstehen, daß bestimmte Inspektionen erforderlich sind oder Transportkosten anfallen. Andererseits können diese Kosten auch in Zusammenhang mit der

Weiterbeschäftigung der alten Anlage auftreten. In der Rechnung ist nur der Differenzbetrag zu berücksichtigen.

Reihe 22: Lagerbestand.

Hier sind die höheren oder niedrigeren Betriebskosten zu erfassen, die sich aufgrund eines größeren oder kleineren notwendigen Umlaufkapitals ergeben. Es ist jedoch besonders darauf zu achten, daß einzelne Kosten nicht doppelt verrechnet werden.

Reihe 23: Unfallsicherheit.

Die Unfallsicherheit wird oftmals nicht kostenmäßig bei einer Wirtschaftlichkeitsüberlegung berücksichtigt, obwohl ohne Zweifel hier echte Kostenersparnisse gegeben sein können.

Reihe 24: Produktionsbreite und -tiefe.

Auch die größere Verwendungsfähigkeit einer Maschine, die die Produktionsbreite und -tiefe eines Unternehmens und damit seine Anpassungsfähigkeit an Nachfrageveränderungen entscheidend beeinflussen kann, sollte soweit wie möglich als Kostenvorteil quantitativ in Erscheinung treten.

Reihe 25: Sonstige.

Dies ist ein Sammelposten für alle Kostenarten, die bisher nicht erwähnt wurden. Insbesondere können hier auch die qualitativen Änderungen, die sich quantitativ auswirken, als Kosten aufgeführt werden.

Reihe 26: gibt die Gesamtsumme der Kostenveränderungen an. Die Addition sollte Anlaß einer nochmaligen genauen Prüfung sein, damit auf jeden Fall alle Kostenänderungen berücksichtigt werden, andererseits aber auch keine Kosten unter

verschiedenen Punkten insgesamt zweimal erscheinen.

Reihe 29: gibt dann den zusätzlichen Reingewinn an, der sich aufgrund der Investition ergibt und in der anfangs genannten Gesamtformel unter (2) erscheint.

Reihe 30A: Differenz zwischen dem Liquidationswert der alten Anlage jetzt und nach einem Jahr. Irgendwelche Steuereinflüsse sind hier nicht zu berücksichtigen.

Reihe 30B: Kosten der alten Anlage.

Hier sind die Kosten der alten Anlage zu verrechnen, die sich aus einer evtl. notwendigen aktivierungsfähigen Großreparatur für das nächste Jahr ergeben. Sind z.B. für diesen Fall 1500 DM erforderlich und kann die Lebensdauer der alten Anlage dann noch auf etwa drei Jahre geschätzt werden, dann sind für das nächste Jahr 500 DM zu verrechnen.

Dieses Verfahren birgt große Fehlerquellen. Es kann deshalb unter Umständen zweckmäßig sein, die Abweichungen festzustellen, die sich durch Variation der Lebensdauer der alten Anlage um ein oder zwei Jahre ergeben. Andererseits ist es aber auch falsch, mit der Gesamtausgabe nur das folgende Jahr zu belasten, wenn die Anlage nach der Großreparatur noch einige Jahre genutzt werden kann.

Reihe 30A + Reihe 30B erscheinen in der Gesamtformel unter (3).

Reihe 29:
+ 30: (A + B) ergeben den Gesamtgewinn und werden in der Formel als Summe von (2) und (3) erfaßt. Bei der praktischen Lösung des Problems

weicht Terborgh jetzt von der Formel ab. Er ermittelt nämlich erst den Gesamtgewinn abzüglich der darauf entfallenden Steuer ((2) + (3) - Steuern) in Reihe 32. Beträgt der Steuersatz z.B. 50 %, dann ist der Betrag in Spalte 32 halb so groß wie in Spalte 31. Die folgende Tabelle in Verbindung mit den MAPI Nomogrammen führt zu dem Ergebnis von Reihe 33. Hier wird die Wertabnahme der neuen Anlage einschließlich der steuerlichen Auswirkungen berücksichtigt.

(nach der Formel: (4) + Steuerersparnis).

Die Formel berücksichtigt nur die Steuerersparnisse, die durch die Abschreibungsquote der neuen Anlage am Ende des Jahres anfallen. Sie stellt jedoch nicht in Rechnung, daß bei dem Verkauf der alten Anlage ein außerordentlicher Ertrag anfallen kann und daß die Fremdkapitalzinsen in Zusammenhang mit einer Großreparatur Betriebsausgaben darstellen. Um ein exakteres Ergebnis zu erhalten, müßten also diese beiden Posten noch zusätzlich berücksichtigt werden.

Um eine schwierige Rechnung zu vermeiden, setzt Terborgh mehrere Prämissen. Diese Prämissen werden bei der Aufstellung der Nomogramme zugrunde gelegt, so daß der Investor bei Anerkennung der Prämissen lediglich folgende Daten fixieren muß:

1. Geschätzte Lebensdauer der neuen Anlage: Kolonne B
2. Restwert der neuen Anlage am Ende ihrer Lebensdauer in Prozent vom Anschaffungswert ausgedrückt: Kolonne C.
3. Normprojektionen ("projection pattern") Kolonne D
 - a) konstante Raten: MAPI Nomogramm Nr. 1 (Standardnorm)

- b) steigende Raten: MAPI Nomogramm Nr. 2 (Variante A)
- c) fallende Raten: MAPI Nomogramm Nr. 3 (Variante B)

4. Steuerliche Abschreibungsmethode (degressiv oder linear).
Mit Hilfe der MAPI Nomogramme kann jetzt der Faktor (Kolonne E) ermittelt werden, der, multipliziert mit den Anschaffungskosten (Kolonne A), die Wertabnahme der neuen Anlage innerhalb des ersten Jahres unter Berücksichtigung der Einkommensteuer (Kolonne F) angibt.

Bei einem größeren Investitionsprojekt, das sich aus mehreren Maschinen zusammensetzt, ist jede Maschine einzeln in die Rechnung einzubeziehen; es sei denn, die Daten wären für mehrere Maschinen völlig gleich, dann könnten sie zu Gruppen zusammengefaßt werden.

Als Prämissen, die Terborgh seinen Nomogrammen zugrundelegt, sind folgende zu nennen:

1. Steuersatz 50 % (bei einem anderen Steuersatz sind die Ergebnisse entsprechend der beigefügten Tabelle zu modifizieren).
2. Verzinsung des investierten Eigenkapitals nach Abzug der Steuern 10 %.
3. Anteil an Fremdkapital 25 %.
4. Fremdkapitalzinsen 3 %.
5. Interner Zinsfuß der gesamten Investition 8,25 % (resultiert aus den Prämissen 2-4).

Selbstverständlich bleibt es jedem Investor überlassen, die Prämissen der Methode zu akzeptieren oder aber Nomogramme zu entwickeln, die den Verhältnissen in seinem Unternehmen besser entsprechen. Terborgh ist sich wohl der Problematik seiner Prämissen bewußt. Er weist aber andererseits auf die großen Vorteile hin, die diese Methode für sich in Anspruch nehmen kann; das ist einmal der Vorteil, schnell und einfach ein Ergebnis zu liefern

und zweitens, auf Daten aufzubauen, die lediglich eine Fixierung der nahen Zukunft verlangen, nicht aber eine Kenntnis aller Entwicklungen über 10 oder gar 20 Jahre voraussetzen. Die Prämissen der Methode sind klar und eindeutig formuliert. Kleinere Abweichungen von den Prämissen üben keinen entscheidenden Einfluß auf das Ergebnis aus. Terborgh hält diese Methode besonders für die zahlreich auftretenden kleineren Investitionen geeignet und weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß bei einer großen Anzahl von Investitionsentscheidungen der durchschnittliche Erfolg einer Investitionsmethode entscheidend ist und nicht das eine oder andere Fehlergebnis.

Ohne Zweifel kann die neue Investitionsrechnung von Terborgh als ein wesentlicher Fortschritt bei der Lösung des Investitionsproblems angesehen werden. Gerade deshalb erscheint es im Rahmen dieser Arbeit erforderlich, sich noch etwas eingehender mit den theoretischen Grundlagen zu befassen.

Punkt (4) der allgemeinen Formel erfordert die Bestimmung der Kapitalwertabnahme der neuen Anlage innerhalb des ersten Nutzungsjahres. Nach der Kapitalwert-Methode müßten die Einnahmen und Ausgaben der Investition bestimmt werden, ihre wirtschaftliche Lebensdauer berechnet werden als Ergebnis einer Maximierung des Kapitalwertes innerhalb der technischen Lebensdauer und dann der Kapitalverzehr der Investition ermittelt werden als Differenz der Kapitalwerte im Anschaffungszeitpunkt und nach einem Jahr. Statt dessen schätzt Terborgh die wirtschaftliche Lebensdauer, fixiert den internen Zinsfuß nach Abzug der Steuern auf 8,25 % und setzt den Kapitalwert des Anschaffungszeitpunktes gleich den Anschaffungskosten. Mit Hilfe der Normprojektionen (Standardnorm - Variante A - Variante B) und mit dem angenommenen Zinsfuß von 8,25 % kann die Kapitalwertabnahme der Anlage und damit

der Kapitalverzehr nach einem Jahr bestimmt werden.

Diese Annahme Terborghs muß zwangsläufig zu kritischen Einwänden führen, denn der interne Zinsfuß einer Investition wird durch ihre Einnahmen- und Ausgabenströme charakterisiert und stellt erst das gesuchte Ergebnis einer Investitionsrechnung dar (Kapital C). Der wirkliche interne Zinsfuß wird also zwangsläufig in vielen Fällen von dem fixierten Wert von 8,25 % abweichen und damit die Rechnung verfälschen.

Die konsequente Lösungsmethode bestände deshalb nach der Meinung von Albach¹⁾ in folgendem Vorgehen: "Mit Hilfe der Normprojektionen und dem bekannten absoluten Gewinn des nächsten Jahres kann der zukünftige Reineinnahmenstrom über die Lebensdauer der Anlage bestimmt werden. Nun ist der Diskontierungssatz zu finden, bei dem der Barwert dieser Einnahmen gleich den Anschaffungskosten des Investitionsobjektes ist. Dies kann durch Probieren geschehen (S. 215), man kann aber auch Zinstafeln entwickeln, welche die Berechnung wesentlich erleichtern. Der so gefundene interne Zinsfuß müßte dann modifiziert werden, um den Prozentsatz der ausgelöschten Verluste und den vermiedenen Kapitalverzehr des nächsten Jahres auf die Investitionsausgabe, um den Dringlichkeitsmaßstab zu erhalten".²⁾

Albach³⁾ versucht dann noch, die Ergebnisse der Kapitalwertmethode und der internen Zinsfuß-Methode mit dem Ergebnis der MAPI-Methode zu vergleichen. Abgesehen davon, daß die beiden zuerst genannten Methoden genauere

1) Albach, Horst, Investitionspolitik in Theorie und Praxis, ZfB 1958.

2) Albach, Horst, a.a.O. ZfB 1958, S. 778.

3) Albach, Horst, Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit betrieblicher Investitionen, ZfB 1959, S. 426.

Informationen über die Zukunft verlangen, liefern die drei Methoden vergleichbare Ergebnisse. Dabei ist für das Ergebnis bei der Anwendung der Kapitalwertmethode in starkem Maße die Höhe des gewählten Kalkulationszinsfußes maßgebend¹⁾, während bei der internen Zinsfuß-Methode die Vorteilhaftigkeit einer Investition leicht überschätzt wird.

Zusammenfassend kann jedoch gesagt werden, daß die MAPI-Methode für die Praxis der allgemeinen Investitionsrechnung vorteilhafter ist, weil sie weniger Informationen verlangt und rechentechnisch einfacher zu handhaben ist.

1) Nähere Erläuterungen Kapitel D, II, 1, c.

E. Unternehmerische Dispositionen unter der Voraussetzung eines evolutorischen Absatzmarktes für die Unternehmung.

I. Partielle Anpassung des Betriebes an die Absatzsituation.

Das bisher zugrundegelegte rein stationäre Modell soll nun erweitert werden und damit auch gleichzeitig eine größere Wirklichkeitsnähe bekommen. Die Prämisse eines stationären Absatzmarktes wird insofern modifiziert, als gewisse Absatzschwankungen als gegeben vorausgesetzt werden. Um zu betonen, daß es sich aber lediglich um Schwankungen innerhalb einer gewissen Bandbreite handelt, soll der Ausdruck oszillative Schwankungen Verwendung finden als typischer Begriff der kurzfristigen Betrachtungsweise, im Gegensatz zum langfristigen Begriff der trendmäßigen Entwicklung. Oszillative Absatzschwankungen können saisonbedingt sein oder durch sonstige kurzfristige konjunkturelle Bewegungen entstehen, die auf mannigfache Ursachen zurückgeführt werden können.

Eine oszillative Schwankung als solche zu erkennen und von der trendmäßigen Entwicklung bzw. umwälzenden plötzlichen Nachfrageänderungen zu unterscheiden, ist die Aufgabe des dispositiven Faktors. Es gibt Anzeichen und Hilfsgrößen, die dem dispositiven Faktor als Anhaltspunkt dienen, es darf aber nicht übersehen werden, wie schwierig es ist, im Strudel der Ereignisse zur klaren und richtigen Erkenntnis zu gelangen. Ob eine Situation und die weitere Entwicklung richtig oder falsch gedeutet worden sind, zeigt erst die Zukunft. Der Augenblick verlangt jedoch auf jeden Fall eine eindeutige Stellungnahme des Unternehmers.¹⁾ In dem folgenden Modell

1) "Eine Unternehmungsleitung, die sich zu keinen Entschlüssen auffaffen kann, kann nicht disponieren und so kommt es, daß die Erhaltung der Unternehmung von der Fähigkeit ihrer Leitung, die Lage zu beurteilen und sich zu etwas zu entscheiden mehr abhängt, als von den äußeren Gegebenheiten selbst".

Walther, A., Einführung in die Wirtschaftslehre der Unternehmung, Bd I Der Betrieb, Zürich 1947, S.17.

wird vorausgesetzt, daß die auftretenden Absatzschwankungen nur vorübergehender Natur sind.¹⁾ Es besteht demnach weder die Notwendigkeit, bei den Produktionsanlagen Erweiterungsinvestitionen vorzunehmen, noch ist es erforderlich, den Betrieb zu verkleinern. Es treten grundsätzlich die gleichen Probleme auf, die schon im vorangehenden Kapitel erläutert wurden. Deshalb sollen hier nur die zusätzlichen Fragen behandelt werden. Aufgrund der gesetzten Prämissen handelt es sich vorwiegend um Überlegungen, bei denen die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen sind.

Da nur die Produktionsanlagen Gegenstand des Themas der Arbeit sind, werden Lagerprobleme nicht behandelt. Der Fall, daß Absatzschwankungen durch eine entsprechende Lagerpolitik aufgefangen werden und somit Anpassungsprozesse im Produktionsbereich überflüssig sind, wirft gegenüber den in Kapitel D behandelten Fragen im Rahmen dieser Arbeit keine neuen Probleme auf.

Die Unternehmungsleitung muß bei Variation der Produktionsmenge ihr Augenmerk vor allem der Kostenentwicklung zuwenden. Zwei Fragen sind zu beantworten:

1. Welche Möglichkeiten hat der Betrieb, seine Ausbringungsmenge zu variieren ?
2. Wie verhalten sich die Kosten bei den verschiedenen technischen Möglichkeiten der Produktmengenvariation?

Aus der Fragestellung heraus zeigt sich schon die veränderte Problemstellung im Vergleich zum vorigen Kapitel. Während dort der Absatz als weitgehend konstant vorausgesetzt wurde, und es galt die Rentabilität des Betriebes durch innerbetriebliche Maßnahmen meist organisatori-

1) Mit dieser Prämisse erübrigt sich eine Behandlung der Theorie der Erwartungen.

scher Art zu erhöhen, fordert jetzt der Markt von dem Betrieb die Herstellung einer größeren oder kleineren Produktmenge als bisher. Im ersten Fall war zu untersuchen, ob es unter den gegebenen Daten eine kostengünstigere Kombination der Produktionsfaktoren gibt als die im Augenblick realisierte und bei ständig wechselndem Produktionsprogramm war jeweils die Kombination der Produktionsfaktoren mit den niedrigsten Kosten zu bestimmen. Im zweiten Fall werden diese Überlegungen dadurch erweitert und erschwert, daß die Produktmenge verändert wird und damit die Anzahl der Variablen in der Rechnung größer wird. Fall eins und zwei sind nicht zwei völlig verschiedene Probleme, sondern Problem(2) ist weiter gefaßt, es schließt Problem (1) mit ein. Im vorigen Kapitel wurde einmal die kostengünstigste Ersatzinvestition gesucht und der Ersatzzeitpunkt und zum andern die Kombination der Produktionsfaktoren überprüft bzw. bei wechselndem Fertigungsprogramm die kostengünstigste Kombination der Produktionsfaktoren ermittelt. Unter der Voraussetzung von oszillativen Absatzschwankungen ist es wiederum die Kombination der Produktionsfaktoren, die in den Mittelpunkt der Erörterungen tritt. Eine Überprüfung der Qualität der gegebenen Kombination ist allerdings überflüssig, vielmehr ist die qualitativ beste Kombination der Produktionsfaktoren zu suchen bei einer bestimmten kleineren oder größeren Absatzmenge. Dabei ist zu beachten, daß die qualitativ beste Kombination auch die kostengünstigste Kombination ist.

1. Anpassungsprozesse und Kostenverläufe.

a) Das Ertragsgesetz und die Minimalkostenkombination.

Die Fixierung des Problems zeigt, daß es sich hier um den vielfach erörterten Tatbestand des Kostenverlaufs bei Variation der Beschäftigung unter der Voraussetzung konstanter Betriebsgröße handelt. In diesem Zusammen-

hang ist es erforderlich, zwei Begriffe näher zu bestimmen, und zwar den Begriff der Kapazität und den Begriff der Beschäftigung.

"Unter Kapazität wird die Leistungsfähigkeit des Betriebes in einem Zeitabschnitt verstanden. Die Beschäftigung stellt die Ausnutzung oder Inanspruchnahme der Kapazität dar".¹⁾

Die verschiedenen Erklärungen des Kapazitätsbegriffes in der Literatur²⁾ unterteilt Heinen in drei Gruppen:³⁾

- 1) Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Wiesbaden 1959 S. 124.
- 2) Peiser, Herbert, Industrielle Kostenentwicklung bei wechselndem Beschäftigungsgrad, Betriebsw.Rdsch. 1924; derselbe, Der Beschäftigungsgrad und seine Messung, Betriebswirtsch. Rdsch. 1929; Müller-Bornhard, Industrielle Selbstkosten bei schwankenden Beschäftigungsgrad, Berlin 1925; Lehmann, H.R., Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage der Abhängigkeit der Kosten vom Beschäftigungsgrad, Betriebsw. Rdsch. 1926; Brasch, Zur Praxis der Unkostenschwankungen und ihrer Erfassung, Betriebsw.Rdsch. 1927; Henzel, Fritz, Der Beschäftigungsgrad, ZfB 1928; Falter, Emanuel, Beschäftigungsgrad und Kosten, Die Betriebswirtschaft 1929; Wolff, G., "Normaler Beschäftigungsgrad" und "Normale Selbstkosten Betriebsw. Rdschr. 1929; Schubert, Ulrich, Sinn und Möglichkeiten der Bildung von Beschäftigungsgradenm ZfB 1931; Textor, Hans, Der Beschäftigungsgrad als betriebswirtschaftliches Problem, Berlin 1939; Henzel, Fritz, Kostenrechnung der gewerblichen Wirtschaft, 1. Aufl. Stuttgart 1939; 2. Aufl. 1950; Bindemann, Kostensynthese, Behandlung des Zusammenhanges zwischen Kosten und Beschäftigung, ZfhF 1951; Auffermann, J.D. Kostenauswertung Stuttgart 1953; Henzel, Fritz, Kosten und Leistung, 1. Aufl. 1941, 1. Aufl. 1957; Walther, Alfred, Einführung in die Wirtschaftslehre der Unternehmung Bd.I Zürich 1947; Mellerowicz, Konrad, Kosten und Kostenrechnung Bd. I 3. Aufl. Berlin 1957; Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion 4. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958; Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Bd. I. Wiesbaden 1959.
- 3) Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Wiesbaden 1959, S. 124.

1. Der Betrieb wird rein quantitativ als ungeteiltes Ganzes betrachtet. Die Kapazität ist eine absolute Größe und wird als konstant angesehen. (Ältere Darstellung).
2. Der Betrieb besteht aus mehreren Teilkapazitäten, die ihrerseits ein Gefüge von Untereinheiten bilden und außerdem noch eine Unterscheidung zwischen quantitativer und qualitativer Kapazität erfordern. (Gutenberg).
3. Ein Betrieb wird gekennzeichnet durch die Kapazitäten der Produktionsfaktoren, die in den einzelnen Tätigkeitsbereichen oder Organisationseinheiten zusammen wirken. Die Kapazität eines Betriebes sollte nach Henzel, einem Vertreter dieser Ansicht, als Gesamttätigkeitskomplex betrachtet werden.

Wie kann man nun die Kapazität und die Beschäftigung eines Betriebes messen? Beim Einproduktbetrieb ist es möglich, die Beschäftigung an der Summe der erstellten Erzeugnisse zu messen. Bei Sortenproduktion kann man darüber hinaus versuchen, mit Hilfe von Äquivalenzziffern sogenannte Leistungseinheiten zu errechnen, die es erlauben, die Erzeugung des Betriebes quantitativ in einer Summe anzugeben.

Bei starker Sortendifferenzierung oder bei Serien- und Einzelfertigung ist es nicht möglich, die Beschäftigung derart einfach zu messen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Betrieb in einzelne Kostenstellen aufzulösen und für jede Kostenstelle die Beschäftigung gesondert zu messen. Walther, Mellerowicz und Riebel nehmen zu dem Problem wie folgt Stellung:

Walther¹⁾ definiert Kapazität als die technische Möglichkeit, eine Leistungskraft einzusetzen und schlägt als

1) Walther, Alfred, Einführung in die Wirtschaftslehre der Unternehmung, Bd. I, Zürich 1947, S. 230 ff.

Maßeinheit, falls nicht der einfache Fall des Einproduktbetriebes vorliegt, die direkten Maschinenstunden, Apparatestunden, Arbeitsplatzstunden pro Periode vor. Diese Maßeinheiten weisen insofern Mängel auf, als sie genau wie die verschiedenen Erzeugnisse, nicht einfach addierbar sind. Die Maschinenstunde sagt nichts darüber aus, mit welcher Intensität gearbeitet wurde. Auch hier wäre also noch eine gewisse Umrechnung mit Äquivalenzziffern erforderlich.

Beschäftigung ist nach Walther das Maß der Leistungskraft. "Wenn die Maschinen, Apparate usw. bedient und in Gang und die nötigen Handarbeiter zur Stelle sind und arbeiten, um Leistungen zu erstellen, ist der Betrieb beschäftigt. Seine Leistungskraft kann eingesetzt werden".¹⁾ Die Beschäftigung wird mit der gleichen Maßeinheit gemessen wie die Kapazität, in Maschinenstunden pro Periode. Walther weist darauf hin, daß nur für den Fall die Beschäftigung auch durch die Leistungsmenge ausgedrückt werden kann, wenn man den Intensitätsgrad als konstant annimmt.

Nach Mellerowicz²⁾ ist die Kapazität eines Betriebs "die Produktion, die der Betrieb bei Vollbeschäftigung in einem bestimmten Zeitabschnitt zu leisten vermag".³⁾ Als Maßeinheiten schlägt er die Produkte, Maschinenstunden, Lohnstunden und Arbeitsplatzstunden, das verarbeitete Rohmaterial oder evtl. die verursachten Kosten vor. "Beschäftigung ist der Tätigkeitszustand eines Betriebes, während der Beanspruchung zur Erstellung der

1) Walther, Alfred, a.a.O. S. 234.

2) Mellerowicz, Konrad, Kosten und Kostenrechnung, Bd.I, 3. Aufl. Berlin 1957.

3) Mellerowicz, Konrad, a.a.O. S. 211.

Werkleistung".¹⁾ Mißt man die Beschäftigung an dem Betriebserzeugnis, dann ist die Beschäftigung im Tätigkeitszustand von bestimmter Leistungs- und Intensitätshöhe.

Riebel²⁾ versucht den Kapazitätsbegriff exakter zu definieren, indem er in die Definition die Faktoren hineinnimmt, die die Kapazität bestimmen. Die Leistungsmöglichkeit eines Betriebes wird nicht nur bestimmt durch den Bestand an Produktionsfaktoren, die Art ihres Zusammenwirkens und die Eigenart der geforderten Leistung (Kapazitätsquerschnitt), sondern auch von der Produktionsgeschwindigkeit und der möglichen Einsatzdauer eines Betriebes, die infolge rechtlicher Bestimmungen und regelmäßiger Ersatz- und Instandhaltung nicht 365 Tage im Jahr beträgt. Demnach ist die Marktkapazität eines Betriebes = Kapazitätsquerschnitt x mögliche Produktionsgeschwindigkeit x mögliche Einsatzdauer je Zeitabschnitt.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen will Riebel die Produktionsgeschwindigkeit bei der Beschäftigung nicht berücksichtigen.

Demnach ist die Beschäftigung = Beschäftigungsquerschnitt x Beschäftigungsdauer. Die Intensität ist nur in wenigen Fällen absolut erfaßbar und außerdem bewirkt eine Intensitätsänderung bei vielen Betrieben gleichzeitig eine Änderung in der Art der Leistung. Da es nicht möglich ist, für die Messung der Beschäftigung eine allgemein anwendbare Maßgröße herauszustellen, sondern die Wahl der Maßeinheit u.a. abhängig ist von dem Aufbau des Betriebes und dem angewandten Fertigungsverfahren, ergibt sich die Notwendigkeit, sich bei der Darstellung des Zusammenhangs zwischen Ertrag und Beschäftigung oder

1) Mellerowicz, Konrad, a.a.O. S. 224.

2) Riebel, Paul, Die Elastizität des Betriebes. Köln und Opladen 1954, S. 8 ff.

Kosten und Beschäftigung für eine Maßgröße zu entscheiden. Es ist in der Literatur ¹⁾ üblich, bei der Behandlung dieses Problems die Beschäftigung an der Summe der erstellten Produkte zu messen.

Im Rahmen dieser Arbeit interessiert das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs, das die Beziehungen zwischen Beschäftigung und Ertrag beinhalten, insofern, als es in der Form eines Kombinationsgesetzes für den Unternehmer eine wertvolle Dispositionshilfe darstellen kann zur Ermittlung der optimalen Kombination der Produktionsfaktoren bei feststehendem Produktionsprogramm. Um diese Möglichkeit beurteilen zu können, soll zuerst das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs dargestellt werden.

Das Gesetz ist für die landwirtschaftliche Produktion erstmalig von Turgot entwickelt worden und später von Clark auch als gültig für die Industrie bezeichnet worden. Zur Erläuterung des Ertragsgesetzes wählen die meisten Autoren ²⁾ ein Beispiel aus der Landwirtschaft.

Carell gibt folgende verbale Darstellung des Ertragsgesetzes ³⁾:

Auf einem bestimmten Acker von 1 Hektar wird Roggen angebaut. Je mehr Arbeit eingesetzt wird zur Bearbeitung des Bodens, um so größer wird der Gesamtertrag an Roggen. Mißt man den Aufwand an Arbeit in Arbeitstagen ⁴⁾ und be-

1) z.B. Kelllerowicz, a.a.O., Gutenberg a.a.O., Heinen a.a.O., Stackelberg, H., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, Bern 1948.

2) Carell, Erich, Allgemeine Volkswirtschaftslehre, 1954, v. Stackelberg, Heinrich, Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre Bern 1948.

3) Carell, Erich, a.a.O. S. 42.

4) Soll der Arbeitstag als Maßeinheit dienen, muß die Anzahl der Arbeiter selbstverständlich als konstant vorausgesetzt werden.

rechnet den Ertragszuwachs, der sich ergibt bei einer Erhöhung des Arbeitsaufwandes um jeweils einen Arbeitstag, so zeigt sich, daß der Ertragszuwachs, der sogenannte Grenzertrag, bis zu einem bestimmten Punkt steigt und dann wieder fällt. Beim Einsatz von 4 Arbeitstagen erreicht der Grenzertrag seinen Höhepunkt. Der Durchschnittsertrag, d.h. der Gesamtertrag dividiert durch die aufgewandten Arbeitstage, ist für den ersten Arbeitstag gleich dem Grenzertrag. Er steigt dann langsamer als der Grenzertrag und erreicht seinen Höhepunkt erst bei einem Aufwand von 6 Arbeitstagen. Von da an fällt auch der Durchschnittsertrag. Der Durchschnittsertrag steigt langsamer als der Grenzertrag, weil sich auf den Durchschnittsertrag die geringeren Grenzerträge der zuerst aufgewandten Arbeitstage mindernd auswirken. Dort, wo Grenzertrag und Durchschnittsertrag gleich hohe Werte haben, liegt das Betriebsoptimum. Weicht der Betrieb durch Erhöhung bzw. Verminderung seiner Produktion von diesem Punkt ab, so hat das zwangsläufig einen niedrigeren Durchschnittsertrag zur Folge.

Aufwand an Arbeitstagen auf 1 ha	Gesamtertrag in 50 kg Roggen	Grenzertrag in 50 kg Roggen	Durchschnittsertrag in 50 kg Roggen
0	0	0	0
1	2	2	2
2	4,5	2,5	2,25
3	9	4,5	3
4	15	6 +	3,75
5	20	5	4
6	24	4	4 +
7	27,5	3,5	3,93
8	30	2,5	3,75
9	31,4	1,4	3,49

Stackelberg hat diesen Tatbestand mit Hilfe des mathematischen Instrumentariums exakt dargestellt und die Zusammenhänge aufgezeigt. Unter der Voraussetzung, daß die Gesamtertragskurve progressiv steigt bis zum Wendepunkt und anschließend degressiv ansteigt bis zum Schei-

telpunkt, lassen sich sowohl der Grenzertrags- als auch der Durchschnittsertragskurvenverlauf mathematisch eindeutig fixieren. Der Gesamtertragskurvenverlauf, mathematisch die Darstellung einer Funktion 3. Grades, erhält seine Begründung durch das Ertragsgesetz: "Sind für die Erzeugung eines Gutes zwei oder mehrere Produktionsmittelarten erforderlich und wird der Einsatz nur einer Produktionsmittelart erhöht, während die restlichen Produktionsmittel in unverändertem Umfang verwendet werden, dann muß von einer gewissen Grenze an der Grenzertrag der vermehrten Produktionsmittelart abnehmen.¹⁾ Mathematisch gesehen stellt die Grenzertragskurve die 1. Ableitung der Gesamtertragskurve dar. Jeder Punkt auf der Grenzertragskurve läßt sich definieren als der Tangens des Winkels, den die Tangente an den entsprechenden Punkt der Gesamtertragskurve mit der positiven Richtung der Abszisse bildet.

Die Durchschnittsertragskurve läßt sich ebenfalls von der Gesamtertragskurve ableiten. Zeichnet man vom Koordinatenmittelpunkt aus den sogenannten Fahrstrahl an die Gesamtertragskurve, so gibt der Tangens des Winkels, den der Fahrstrahl mit der positiven Richtung der Abszisse bildet, das Verhältnis von Ertrag zu Produktionsmisteinsatz, also den Durchschnittsertrag, an.

Je mehr variable Produktionsmittelarten (Stackelberg)²⁾ oder, anders formuliert, Produktionsfaktoren erforderlich sind zur Erzeugung eines Gutes, desto mehr Kombinationsmöglichkeiten gibt es, um eine bestimmte Menge des Gutes zu erzeugen. Wird nur ein Produktionsfaktor variiert, so kann die graphische Darstellung im 2-dimensionalen Koordinatennetz erfolgen, werden jedoch n Produktions-

1) v. Stackelberg, H., a.a.O. S. 39.

2) v. Stackelberg, H., a.a.O., S. 39.

faktoren variiert, dann wäre eine Darstellung nur in einem $n + 1$ - dimensionalen Koordinatensystem möglich.

Das Ertragsgesetz stellt lediglich eine quantitative Beziehung zwischen Faktoreinsatzmengen und Ertrag dar. Multipliziert man die eingesetzten Faktormengen mit ihren Preisen, so erhält man die Kosten der Faktoreinsatzmengen und kann eine Beziehung herstellen zwischen den Kosten und der Erzeugnismenge. Vorausgesetzt, der Preis für die einzelnen Produktionsfaktoren ist konstant, d.h. er wird nicht beeinflusst von einem Mehr- oder Minderverbrauch der Unternehmung, so sind die Kostenkurven nur ein Ausdruck des Mengengerüsts der Kosten.

Wenn an der Erzeugung mehrere Produktionsfaktoren beteiligt sind, deren mengenmäßiger Anteil am Erzeugnis variabel ist, so ist es möglich, eine bestimmte Produktmenge zu erzeugen mit Hilfe einer unterschiedlichen mengenmäßigen Kombination der Einsatzmengen der Produktionsfaktoren. Die Folge ist, daß ein bestimmter Ertrag mit verschieden hohen Kosten erzeugt werden kann. Aufgabe des Unternehmers ist es, jede Produktmenge mit ihren geringsten Kosten zu erzeugen, also jede gewünschte Produktmenge mit ihrer Minimalkostenkombination zu erstellen.

Ist innerhalb einer Kombination nur ein Faktor variabel, während alle anderen konstant bleiben, dann kann die Gesamtkostenkurve graphisch dargestellt nur ein Spiegelbild der Gesamtertragskurve sein, deren Verlauf durch das Ertragsgesetz determiniert ist. Besteht jedoch die Möglichkeit einer peripheren Substitution zwischen mehreren Produktionsfaktoren bei einem bestimmten Produktionsprozeß, dann kann nur eine bestimmte Kombination der Faktoreneinsätze der Produktionsfaktoren die Minimalkostenkombination darstellen, und es ist das Ziel des Unternehmers bei Variation der Produktmenge, die Kombinationsmöglichkeiten zu realisieren, die auf der Minimalkostenkurve liegen.

Sind alle Produktionsfaktoren bei einem bestimmten Kombinationsprozeß beliebig teilbar und in gewissen Grenzen substituierbar, so ist die Kombination am kostengünstigsten, bei der sich die Grenzproduktivitäten der Produktionsfaktoren proportional zu ihren Preisen verhalten.¹⁾ Unter der Voraussetzung, daß die Grenzproduktivität eines Produktionsfaktors eindeutig durch seine Quantität determiniert wird, kann selbstverständlich die Minimalkostenkurve nur einen linearen Verlauf nehmen. Das ist jedoch nicht der Fall, den das Ertragsgesetz verdeutlichen will, sondern ein typisches Problem des linear programming.²⁾ Das Ertragsgesetz setzt die Konstanz wenigstens eines Faktors voraus. Diese Prämisse des Ertragsgesetzes vernachlässigt Kilger,³⁾ wenn er die Meinung vertritt, daß auch "... das Ertragsgesetz für beliebig teilbare Produktionsfaktoren und bei Realisierung der Minimalkostenkombination nicht zu gekrümmten, sondern stets zu linearen Gesamtkostenverläufen führen muß".⁴⁾ Vor einer endgültigen Stellungnahme erscheint es notwendig, die Prämissen des Ertragsgesetzes und der daraus abgeleiteten Kostenkurven zu bestimmen, die gegeben sein müssen, wenn dem Ertragsgesetz als Kombinationsgesetz zentrale Bedeutung in einer Dispositionslehre zukommen soll.

Gutenberg nennt folgende Prämissen:⁵⁾

-
- 1) Schneider, Erich, Einführung in die Wirtschaftstheorie II, Tübingen 1958, S. 169 ff.
 - 2) Als praktisches Beispiel zur Verdeutlichung des Tatbestandes ist das in Kapitel C IV erläuterte Problem zu nennen.
 - 3) Kilger, Wolfgang, Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden, 1958.
 - 4) Kilger, Wolfgang, a.a.O., S. 36
 - 5) Gutenberg, Erich, a.a.O. Die Produktion, 2. Aufl. 1955, S. 193 - 216.

1. Faktoreigenschaften (einschl. Betriebsgröße und Fertigungsprogramm) werden als konstant unterstellt .
2. Nur ein produktiver Faktor wird variiert.
3. Der variable Faktor ist beliebig teilbar.
4. Der Ertrag ist güterwirtschaftlich, nicht monetär aufzufassen.
5. Es darf weder 100%ige Komplementarität, noch 100%ige Substituierbarkeit der eingesetzten Faktoren vorliegen (periphere Subst.).
6. Die Qualität des hergestellten Produktes ist konstant.

Nur wenn diese Prämissen erfüllt sind, ist es möglich, den Grenzertrag eindeutig dem variablen Faktor zuzurechnen. Auf die Kostenkurven übertragen heißt das, daß bei konstanten Preisen eine eindeutige Funktion besteht zwischen dem Ertragszuwachs und dem Kostenzuwachs durch den variablen Faktor. Sind alle Faktoren außer einem konstant und nur dieser eine Faktor variabel, dann ist eindeutig zu bestimmen, bei welcher Produktmenge der Betrieb mit den niedrigsten Durchschnittskosten arbeitet und welcher Ertragszuwachs zu verzeichnen ist bei dem Einsatz einer zusätzlichen Kosteneinheit des variablen Faktors. Nimmt man jedoch an, daß nicht nur ein Produktionsfaktor variabel ist, sondern zwei, drei oder gar zehn und andererseits ebensoviel konstante Faktoren bestehen, dann ist die Kostenkurve eines Betriebes nicht eindeutig determiniert. Jeder Ertrag kann mit einer mengenmäßig unterschiedlichen Kombination der variablen Produktionsfaktoren erstellt werden. Eine dieser Kombinationen muß jedoch die mit den geringsten Kosten, also die Minimalkostenkombination, sein.

Zur Bestimmung der Minimalkostenkombination wären dann 2 Fälle zu unterscheiden:

1. Alle Produktionsfaktoren sind konstant, nur einer ist variabel.
2. Außer den konstanten Faktoren sind noch mehrere variable Faktoren vorhanden.

Der erste Fall dient im allgemeinen in der Literatur als Beispiel für die Darstellung des Gesamtkostenkurvenverlaufs nach dem Ertragsgesetz. Die Gesamtkostenkurve hat den typisch gekrümmten Verlauf. Da eine weitere Möglichkeit zur mengenmäßigen Variation des Ertrages nicht gegeben ist, stellt diese Kurve gleichzeitig auch die Minimalkostenkurve dar. Befindet der Betrieb sich in der Marktform der vollständigen Konkurrenz, dann wird er versuchen, seinen Absatz solange zu steigern, bis seine Grenzkosten gleich dem Preis sind. Liegt dagegen atomistische Konkurrenz auf unvollkommenem Markt vor, dann empfiehlt Schmalenbach¹⁾ zur Erreichung dieses Zieles die Kalkulation zu Grenzkosten. Liegen die Grenzkosten des Betriebes unter dem Marktpreis, so wird der Betrieb auf diese Weise Aufträge an sich ziehen, liegt jedoch der Marktpreis unter den Grenzkosten und damit unter dem Angebotspreis des Betriebes, dann wird ein Auftragsrückgang eintreten.

Sind außer den konstanten Faktoren noch mehrere variable Faktoren vorhanden, so ist es unter bestimmten Voraussetzungen denkbar, daß auch in diesem Fall einem bestimmten Ertrag lediglich eine bestimmte Kostenkombination zugeordnet werden kann und damit die Frage nach der Minimalkostenkombination entfällt. Angenommen, es sind drei variable Produktionsfaktoren gegeben und der Ertrag wird kontinuierlich um eine Einheit erhöht. Dann soll zwar die Summe der Grenzkosten der drei Produktionsfaktoren größer oder kleiner werden, die Grenzkosten der drei einzelnen Produktionsfaktoren sollen sich aber in jedem Fall z.B. wie 2 : 3 : 4 verhalten. Es besteht keine Substituierbarkeit zwischen den variab-

1) Schmalenbach, E., Selbstkostenrechnung und Preispolitik 1956.

len Produktionsfaktoren. Andererseits wäre es denkbar, daß die variablen Faktoren in gewissen Grenzen untereinander substituierbar wären unabhängig von dem konstanten Faktor. Dann besteht die Möglichkeit, ihre kostenoptimale Kombination zu bestimmen und sie in dieser Zusammensetzung jeweils mit dem konstanten Faktor zu kombinieren. Es könnte jedoch auch sein, daß bei mehreren variablen Faktoren die Grenzkosten jedes einzelnen Produktionsfaktors völlig verschieden variieren. Jeder Ertragszuwachs ist dann auf eine andere quantitative Kombination der variablen Faktoren zurückzuführen. Ist die Kombination für jeden Ertrag eindeutig technisch fixiert, dann besteht das Problem der Minimalkostenkombination nicht. Andernfalls sind die Kosten dispositionsabhängig und die Bestimmung und Realisierung der Minimalkostenkombination für den gewünschten Ertrag ist die Aufgabe des Unternehmers.

Ist es möglich über den Kostenverlauf, bei Zugrundelegung des Ertragsgesetzes und der Minimalkostenkombination eine Aussage zu machen? Für den Fall, daß nur ein Faktor variiert wird, bzw. die variablen Faktoren aufgrund ihrer konstanten mengenmäßigen Zusammensetzung sich wie ein Faktor verhalten, muß, falls das Ertragsgesetz gilt, der bekannte gekrümmte Gesamtkostenverlauf entstehen.

Stellt man sich vor, daß eine Ertragssteigerung um eine Einheit erreicht wird, indem man jeweils den variablen Faktor vermehrt einsetzt, der die geringsten Kosten verursacht, den mengenmäßigen Einsatz der anderen Faktoren, sowohl der nach Voraussetzung konstanten wie auch variablen Faktoren, nicht verändert, so ist bei einer sehr großen Anzahl variabler Faktoren ein linearer Minimalkostenkurventeilbereich denkbar, aber nicht zwingend gegeben. Entsteht doch bei Variation nur eines Faktors jedes Mal der bekannte gekrümmte Gesamtkostenverlauf,

so daß man sich die Minimalkostenkurve "zusammengestückelt" aus den einzelnen Gesamtkostenkurven vorstellen kann, die alle verschieden verlaufen, aber in ihrer Form alle einer bestimmten mathematischen Funktion entsprechen.

Will man weiter in die Zusammenhänge zwischen Kostenverlauf und Variation des Einnahmenstromes eindringen, so drängt sich unmittelbar die Frage nach der Gültigkeit des Ertragsgesetzes auf.

Die grundlegende Voraussetzung, auf der das Ertragsgesetz aufgebaut und die erfüllt sein muß, damit es eine Basis darstellen kann zur Ermittlung der Minimalkostenkombination, ist die, daß eine Ertragserhöhung erzielt werden kann, indem nur einer der Faktoren der Kombination variiert wird, während alle anderen konstant gehalten werden. Die Ertragserhöhungen bzw. Ertragsverminderungen erfolgen allein durch den Einsatz größerer bzw. kleinerer Mengen des variablen Faktors oder der variablen Faktorgruppe. Unter der Konstanz eines Faktors muß die Konstanz seiner Einsatzmenge und damit seiner Kosten verstanden werden und nicht seine bestandsmäßige Konstanz.¹⁾ Nur in diesem Fall ist es möglich, Grenzerträge bzw. Grenzkosten zu errechnen und die Minimalkostenkombination zu bestimmen. Die Voraussetzungen des Ertragsgesetzes in dieser Form sind in der Industrie nicht gegeben. Deshalb ist es auch nicht möglich, bei Beschäftigungsvariationen auf der Grundlage des Ertragsgesetzes die Minimalkostenkombination zu realisieren und den Kostenkurvenverlauf zu bestimmen. Weder die Produktionsanlagen noch irgendein anderer Produktionsfaktor kann bei Variation der Produktmenge konstant gehalten werden, um den Grenzertrag eines variablen Faktors zu ermitteln. Damit kann das Ertragsgesetz als Anpassungsgesetz keine Bedeutung für den Unternehmer und, im weiteren Sinne,

1) Jacob, Herbert, Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz ZfhF. 1957.

für eine Dispositionslehre haben.

b. Die intensitätsmäßige und die zeitliche Anpassung.

Ein Blick in die industrielle Praxis zeigt, daß der Unternehmer sich gänzlich anderen Situationen gegenüber sieht; es werden bei oszillativen Absatzschwankungen von ihm Entscheidungen verlangt, die auf vollkommen anderen Daten aufbauen, als sie das Ertragsgesetz beinhaltet.

Welche Dispositionen er trifft, um sich den kurzfristigen Schwankungen des Einnahmenstromes anzupassen, kann nicht in eine Formel gefaßt werden. Er wird bestrebt sein, die Kombination der Produktionsfaktoren zu realisieren, die der technischen Struktur seiner Unternehmung und ihrer wirtschaftlichen Situation entspricht. Wie die neue Kombination der Produktionsfaktoren aussieht, hängt nicht zuletzt von dem Ausgangspunkt ab, der gegenwärtigen Situation des Unternehmens. Liegt die Kapazität eines Unternehmens, also seine Leistungsmöglichkeit, bei 100 Produkteinheiten, seine augenblickliche Leistung bei 80 und wird seine zukünftige Leistung auf 60 Produkteinheiten fixiert, so wird der Unternehmer unter Umständen andere Dispositionen treffen, als bei einem Rückgang der Leistung von 60 Einheiten auf 40 Einheiten. Wiederum eine andere Situation entsteht bei einem Unternehmen mit vielseitigem Fertigungsprogramm, wenn der Absatz nur bei zwei Produkten zurückgeht, während die übrigen Sorten in unveränderter Menge hergestellt werden.

Bei einem anderen Unternehmen mit alternativer Produktion möge bei den Produkten mit der höchsten Gewinnspanne, die gleichzeitig auch bei ihrer Bearbeitung qualitativ die höchsten Ansprüche stellen, ein Absatzrückgang zu verzeichnen sein, während der Absatz der übrigen Produkte mit geringerer Gewinnspanne und einfacherer Bearbeitung gesteigert werden kann. In diesem Fall liegt auch in der Zukunft eine quantitative Ausnutzung der Kapazität vor,

nicht aber eine qualitative.¹⁾

Die Annahme, daß die technischen Daten einer Unternehmung die Kombination der Produktionsfaktoren festlegen, ist nur bedingt richtig. Die Kombination der Produktionsfaktoren ist und bleibt weitgehend die Aufgabe des dispositiven Faktors. Von seinen Dispositionen hängt die Qualität der Kombination und auch die Qualität der Produktionsfaktoren ab. Aus dieser Erkenntnis folgt die Dispositionsabhängigkeit der Kosten, auf die insbesondere Henzel²⁾ und Schneider³⁾ hingewiesen haben. Es gibt keine allgemeine, für jeden Betrieb gültige Form der Gesamtkostenkurve. Die Kosten ergeben sich selbst bei einem Einproduktbetrieb nicht zwangsläufig. Die Gesamtkosten setzen sich aus einer Summe von Einzelkosten zusammen. Wie die Gesamtkosten sich verändern bei einer Variation der Produktmenge hängt von der Höhe der Einzelkosten in der neuen Kombination ab. Wenn es gelingen

-
- 1) Hier zeigt es sich, daß mit Hilfe des Einnahmenstromes in gewissem Umfang die Ausnutzung der qualitativen Kapazität erfaßt werden kann, während die Zahl der erzeugten Produkte darüber keine Aussage macht. Man darf zwar nicht außer acht lassen, daß der Preis aus dem Angebot und der Nachfrage resultiert und nicht lediglich durch den input bestimmt wird; andererseits läßt sich in vielen Fällen nachweisen, daß Produkte, zu deren Herstellung der Einsatz qualitativ hochwertiger Produktionsfaktoren erforderlich ist, auch einen höheren Preis erzielen als Produkte, zu deren Erstellung qualitativ geringwertige Produktionsfaktoren genügen. Ein Absinken der Einnahmen bei konstanten Preisen und gleichbleibender Gesamtbeschäftigung kann deshalb als eine Verlagerung der Produktion auf Produkte mit einem qualitativen Niveau gedeutet werden, das niedriger ist als das der Ausgangssituation.
 - 2) Henzel, Fritz, Kosten und Leistung 3. Aufl. Stuttgart 1957.
 - 3) Schneider, Erich, Industrielles Rechnungswesen, Tübingen 1957.

würde, die Einzelkosten zu größeren Gruppen zusammenzufassen, deren Verhalten bei Variation der Produktmenge leicht zu ermitteln wäre, ständen damit dem Unternehmer wertvolle Hilfsmittel zur Ermittlung der optimalen Kombination der Produktionsfaktoren bei Variation der Ausbringung zur Verfügung.

Von dieser Überlegung ging Schmalenbach aus, als er eine Einteilung der Kosten entsprechend ihrem Verhalten bei Produktmengenvariation in progressive, proportionale und degressive Kosten vorschlug.¹⁾ Daß diese Einteilung möglich ist, soll nicht bestritten werden, ob diese Einteilung jedoch dem Unternehmer eine wesentliche Hilfe bei seinen Dispositionsentscheidungen sein kann, muß stark angezweifelt werden. Die Prämissen dieses Modells schließen nämlich die Tatsache der Dispositionsabhängigkeit der Kosten aus. Deshalb ist es erforderlich, für jede dispositive Entscheidung das Verhalten der einzelnen Kostenarten neu festzustellen und dann entsprechend dem Ergebnis neue Gruppen zu bilden. Ist es in diesem Fall nicht zweckmäßiger, die einzelnen Anpassungsformen, also Dispositionsmöglichkeiten, kostenmäßig zu untersuchen und das Verhalten der Produktionsfaktoren Betriebsmittel, Arbeit und Werkstoffe der einzelnen Produktiveinheiten zu fixieren? Für den Produktionsfaktor Produktionsanlagen sind in seiner Eigenschaft als technische Konstruktion zwei Anpassungsformen zu unterscheiden und zu untersuchen:²⁾

1. Wie ändern sich die Kosten der Produktionsanlage innerhalb des Leistungsintervalles 0 → Kapazitätsgrenze (intensitätsmäßige Anpassung).

1) Von Schmalenbach werden die Begriffe "progressiv" und "degressiv" in einem anderen Sinne gebraucht, als das in dieser Arbeit geschieht.

2) Gutenberg, Erich, a.a.O. Die Produktion. S. 242 ff.

2. Wie ändern sich die Kosten der Produktionsanlage bei Konstanz der Leistungsabgabe aber Variation der Betriebszeiten (zeitliche Anpassung).

Im ersten Fall werden die unterschiedlichen Kosten bei einer Variation der Leistung untersucht, während im zweiten Fall die Rüst- und Anlaufkosten im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Streng genommen können beide Anpassungsformen als Grenzfälle der quantitativen Anpassung gelten. Ist die Leistung einer Maschine Null bzw. ihre Betriebszeit Null, so nimmt die Maschine am Produktionsprozeß nicht mehr teil. Sie scheidet als Produktionsfaktor aus und stellt, falls sie nicht verkauft oder verschrottet wird, nur noch einen Teil der Betriebskapazität als Leistungsmöglichkeit dar, nicht aber einen Produktionsfaktor im Produktionsprozeß.

Unter der Voraussetzung einer kurzfristigen Absatzschwankung wird der Unternehmer von einem Verkauf oder einer Verschrottung der Maschine jedoch absehen. Es genügt also, wenn wir uns in diesem Zusammenhang mit der intensitätsmäßigen und der zeitlichen Anpassung beschäftigen.

"Ein intensitätsmäßiger Anpassungsprozeß liegt vor, wenn bei einer konstanten Anzahl von begrenzt teilbaren Faktoreinheiten und bei unveränderter Arbeitszeit die Ausbringung erhöht oder verringert wird".¹⁾ Die begrenzt teilbaren Faktoreinheiten, die in der Lage sind, ihre Leistung zu variieren, werden auch als Potentialfaktoren bezeichnet. Typische Beispiele für Potentialfaktoren sind die menschliche Arbeitskraft und die Maschine. Das Leistungsintervall einer Maschine reicht jedoch häufig nicht von Null bis zur Kapazitätsgrenze, sondern beginnt bei einer technisch fixierten Mindestkapazität. Innerhalb des Leistungsintervalles besteht die Möglichkeit der Anpassung entsprechend der Inanspruchnahme. Im Gegensatz zur zeit-

1) Lilger, Volkswirt., 1930, S. 111 ff.

lichen Anpassung, bei der streng genommen auch eine Anpassung an eine erhöhte oder verminderte Inanspruchnahme erfolgt, geschieht diese Anpassung jedoch durch eine Veränderung des Arbeitstempos, wie der Begriff der Leistungsvariation besagt.

Die intensitätsmäßige Anpassung ist als technisch bedingte Anpassungsform vor allem bei den Unternehmungen zu wählen, bei denen eine Zwangslauffertigung vorliegt. Gutenberg führt als Beispiel das Bleikammerverfahren an.

"Der Produktionsprozeß von Schwefelsäurefabriken - sie mögen das Bleikammerverfahren anwenden - zerfällt in zwei Phasen, den Röstprozeß und den Bleikammerprozeß. Beim Röstprozeß werden schwefelhaltige Erze in Drehröstöfen unter Luftzufuhr erhitzt (abgeröstet). Dabei entweicht gasförmiges Schwefeldioxyd, das gereinigt und in einem System von Bleikammern zu Schwefelsäure verarbeitet wird.

In den Röstöfen kann die Intensität, gemessen am Rohstoffdurchsatz, zwischen 7 und 10 to je Tag verändert und die Verbrennungsgeschwindigkeit durch Regelung der Luft- und Kieszufuhr gesteuert werden. Eine Unterbrechung des Röstprozesses unterbleibt in der Regel, da die Wiederinbetriebnahme der Öfen sehr unwirtschaftlich ist.

Bei den Bleikammern kann die Intensität innerhalb eines wesentlich größeren Bereiches, und zwar zwischen 50 % und 120 % des Optimums verändert werden. Ein weiteres Herabsetzen der Leistung ist aus technischen Gründen nicht möglich".¹⁾

Ein sehr instruktives Beispiel für die intensitätsmäßige Anpassung gibt Heinen.²⁾ Er untersucht die Möglichkeit

1) Gutenberg, Erich, a.a.C. Die Produktion S. 243.

2) Heinen, E., Anpassungsprozeß und ihre kostenmäßigen Konsequenzen, Köln und Opladen 1957.

der intensitätsmäßigen Anpassung und ihre kostenmäßigen Konsequenzen am Beispiel des Verkokungsprozesses.

Beim Verkokungsprozeß ist es grundsätzlich möglich, die Heiztemperatur der Koksöfen zu variieren und dadurch die Länge des Verkokungsprozesses zu beeinflussen. Heinen unterscheidet in seinem Beispiel für eine bestimmte Koksofenbatterie zwei Vorgänge:

1. "Erfolgt die Koksausbringung nach Beendigung der optimalen Garungszeit, so ist das Leistungspotential der Koksöfen voll genutzt.

$$\text{Optimale Garungsdauer} = \text{Füllzeit} + \text{optimale Betriebszeit} \\ 16 \text{ Stunden}$$

2. Wird die Ausbringung pro Zeiteinheit durch Verminderung der Heiztemperatur reduziert, so bleibt das Leistungspotential teilweise unausgenutzt. Hierbei sind zwei Fälle möglich:

- a. Garungsdauer = $\text{Füllzeit} + \text{verlängerte Betriebszeit}$ \\ 24 Stunden

- b. Garungsdauer = $\text{Füllzeit} + \text{verlängerte Betriebszeit} +$ \\ 24 Stunden

$$\text{Überstehzeit} \\ 4 \text{ Stunden}$$

$$28 \text{ Stunden}$$

" 1)

"Die Koksausbringung läßt sich bei intensitätsmäßiger Anpassung in einer Spanne von etwa einem Drittel der Normalausbringung variieren. Setzt man die Normalausbringung, die bei optimaler Garungsdauer liegt, gleich 100 %, so kann eine intensitätsmäßige Anpassung bis auf etwa 65 % dieser Erzeugungsmenge stattfinden. In dieser Variationsbreite ist die zweite Form der intensitäts-

1) Heinen, E., Anpassungsprozesse und ... S. 23.

mäßigen Anpassung, also die weitere Verlängerung der Verkokungszeit durch Überstehen, nicht enthalten, da ihre Anwendung nur für außergewöhnliche Situationen (z.B. bei Streiks) in Frage kommt." ¹⁾ Eine Steigerung der Ausbringung durch eine Verkürzung der optimalen Garungszeit mit Hilfe erhöhter Heiztemperaturen ist technisch nicht möglich.

Heinen untersucht in einem saarländischen Betrieb den praktischen Fall, daß durch intensitätsmäßige Anpassung die Erzeugung einer Kokerei mit drei Koksofenbatterien in der Art gesenkt wird, daß statt 27 577 t Kohlen nur noch 20 000 t Kohlen verkocht werden. Aus der Art der Produktion (Kuppelproduktion) ergibt sich, daß nicht nur die Quantitäten der anfallenden Produkte, sondern auch die Qualitäten durch diese Anpassung einer Veränderung unterliegen. "Die kostenmäßige Konsequenz dieser betrieblichen Reaktionsweise ist eine Kostenerhöhung von 16,84 %, die Erzeugungskosten steigen von 5 769,5 frs pro Tonne Großkoks bei voller Nutzung auf 6 741 frs bei vermindertem Durchsatz". ²⁾

Die Steigerungen der Durchschnittskosten pro Tonne sind, wie Heinen nachweist, auf unterschiedliche Kostenbewegungen zurückzuführen. So steigen z.B. pro Tonne die Kohleneinsatzkosten um 5,03 %, die Kosten der Hilfs- und Betriebsstoffe um 29,08 % und die rechnungsmäßigen Kostenarten (z.B. Rückstellungen für Großreparaturen, Abschreibungen, Zinsen) um 26,04 %.

Die kostentheoretische Erklärung für das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Kostenarten gründet sich auf der Erkenntnis der Verbrauchsfunktionen und der Theorie der

1) Heinen, E., Anpassungsprozesse und ... S. 24.

2) Heinen, E., Anpassungsprozesse und ... S. 93.

fixen Kosten. Sind die Verbrauchsfunktionen eines Aggregates innerhalb seines Leistungsintervalles bekannt, dann lassen sich daraus die Kosten bei den verschiedenen Leistungen berechnen, als das Produkt aus den Verbrauchsmengen und ihren Preisen. Nun gibt es aber für jede Anlage auch Kosten, die sich bei einer Variation der Leistung nicht verändern. Für die Produktionsanlagen handelt es sich dabei vorwiegend um einen Teil der Abschreibung, die sogenannte zeitabhängige Abschreibung. In ihr sollten der technische Fortschritt und alle die Faktoren Berücksichtigung finden, die eine Wertminderung der Maschine verursachen, auch dann, wenn sie nicht benutzt wird, also eine Wertminderung durch Abnutzung nicht vorliegt. Wird die Anlage nur mit einem Teil ihrer Kapazität beansprucht, so fallen trotzdem die fixen Kosten in ihrer vollen Höhe an. Den Teil der fixen Kosten, der auf die nicht ausgenutzte Kapazität entfällt, bezeichnet Gutenberg¹⁾ als Leerkosten, den anderen als Nutzkosten. Je besser die Kapazität einer Anlage ausgenutzt wird, um so größer ist der Anteil der Nutzkosten an den gesamten fixen Kosten.²⁾

Schneider vertritt dagegen die Ansicht, daß es allein von den Dispositionen des Unternehmers abhängt, ob bestimmte Kostenarten fest sind oder nicht.

Er sagt: "Kosten als in Geld bewertete, zur Produktion einer bestimmten Gütermenge erforderliche Produktionsmittelmengen sind in ihrer Höhe immer dispositionsbe-

1) Gutenberg, E., a.a.O. Die Produktion 2. Aufl. 1955 S. 246 ff.

2) Da die vorliegende Arbeit auf dem System von Einnahmen und Ausgaben aufbaut, ist die hier auftretende Problematik der fixen Kosten, soweit sie im Rahmen einer Dispositionslehre interessiert und speziell die Produktionsanlagen betrifft, in etwas anderer Form schon in Kapitel B II 1 behandelt worden.

stimmt.

Einen Kostenmechanismus, nach dem die einzelnen Kostenbestandteile sich mit der Höhe der geplanten Produktion ändern, gibt es nicht. Es ist deshalb z.B. falsch, zu sagen, die Abschreibungen auf Maschinen seien feste Kosten. Ob sie das sind oder nicht, hängt von den Dispositionen der Leitung ab. Wird die Höhe der Maschinenabschreibungen aufgrund des nach Anschaffung der Maschinen gelegten Abschreibungsplanes als eine konstante Größe pro Jahr angesetzt, so sind die Abschreibungen feste Kosten. Werden die Abschreibungen für die Planungsperiode proportional zur Größe der für die geplante Produktmenge erforderlichen Maschinenstunden aufgrund eines Plankostensatzes für die Maschinenstunde angesetzt, so erscheinen die Maschinenabschreibungen als variable Kosten. Grundsätzlich gleich sind die Verhältnisse bei anderen Kostenarten".¹⁾

Aus diesen Ausführungen Schneiders geht klar hervor, daß er nur an die Verrechnung der Kosten denkt, nicht aber an den Anfall der Kosten. Die fixen Abschreibungskosten einer Rechnungsperiode werden nicht dadurch zu variablen Kosten, daß der Unternehmer sie so behandelt und verrechnet, als fielen sie proportional zur Ausbringung an. Das Wesen der fixen Kosten besteht gerade darin, daß sie keine funktionale Beziehung zur Ausbringung aufweisen, sondern zeitabhängig sind.

Eine weitere Möglichkeit, sich oszillativen Absatzschwankungen anzupassen, besteht für den Unternehmer in der Form der zeitlichen Anpassung. Er kann seinen Betrieb in einer, zwei, drei Schichten arbeiten lassen oder bei einem starken Rückgang des Absatzes nur wenige

1) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil II, 5. Aufl. Tübingen 1958, S. 98.

Stunden, z.B. 4 bis 6 Stunden am Tag bzw. 4 Tage in der Woche.

Diese Art der Anpassung und die damit verbundenen Dispositionen müssen ein vollkommen anderes Kostenbild ergeben, als etwa bei der intensitätsmäßigen Anpassung entsteht. Bei der zeitlichen Anpassung bleibt die technische Leistung der Maschine konstant. Der Verbrauch an Hilfs- und Betriebsmitteln, monetär gesehen der Ausgabenstrom während einer Maschinenlaufstunde, ändert sich nicht. Diese Zahlen können als Daten in eine aufzustellende Rechnung eingehen. Ändern werden sich vor allen Dingen die Kosten, die allgemein als Rüst- und Anlaufkosten bezeichnet werden. Diese Kosten können so hoch sein, daß sie weniger ökonomische Unwirtschaftlichkeit dieser Anpassungsform dokumentieren, als vielmehr schon ihre technische Unmöglichkeit zeigen. So kann einfach aus technischen Gründen nicht eine Thomasbirne oder ein Hochofen nach Belieben in Betrieb genommen bzw. wieder stillgelegt werden.

Aus diesen Überlegungen heraus zeigt es sich, daß die Wahl zwischen einer intensitätsmäßigen und zeitlichen Anpassung in der Mehrzahl der praktischen Fälle kaum zu einem Problem wird. Die meisten Betriebe sind aufgrund ihrer technischen Ausrüstungen schon auf bestimmte Anpassungsformen festgelegt. Die Frage wird meistens nicht lauten intensitätsmäßige oder zeitliche Anpassung, sondern die Frage wird lauten, welche Form der intensitätsmäßigen bzw. zeitlichen Anpassung ist für den gegebenen Betrieb die kostenoptimale bzw. inwieweit kommt für einen Betrieb zusätzlich noch die völlige Stilllegung einzelner Aggregate in Frage. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die vorhandenen und notwendigen technischen Ausrüstungen eines Betriebes die Dispositionsfreiheit des Unternehmers einengen. Wahrscheinlich wird es für den einzelnen Betrieb in einer bestimmten Situation, z.B. Produktions-

verminderung um 10 %, nicht mehr Möglichkeiten geben, sich technisch anzupassen als zwei oder drei.

So würde der Leiter einer Weberei wohl kaum zwischen der intensitätsmäßigen und zeitlichen Anpassung wählen müssen. Eine kurze Überlegung zeigte sofort, daß aufgrund ökonomischer und technischer Daten lediglich drei Möglichkeiten eine kostenmäßige Überprüfung verlangten.

1. Es wird täglich ein paar Stunden mehr oder weniger gearbeitet bzw. eine Schicht mehr oder weniger.
2. Es wird wöchentlich oder monatlich einige Tage mehr oder weniger gearbeitet.
3. Die Arbeitszeit wird nicht verändert, doch ein Teil der Aggregate wird stillgelegt bzw. wieder in Betrieb genommen.

Diese drei Möglichkeiten wären kostenmäßig zu erfassen und gegenüberzustellen. Bestehen für den Unternehmer diese drei Anpassungsformen, so ist damit zwar der Beweis gegeben, daß es kein zwangsläufiges Verhalten der Kosten bei Variation der Ausbringung gibt, andererseits muß eine der möglichen Anpassungsformen die kostenoptimale Anpassungsform sein. Der Weg zu der kostenoptimalen Anpassungsform führt über den Kostenvergleich, eine Planungsrechnung. Nicht Kostenkurven werden dabei untersucht und verglichen, sondern nur Kostenpunkte bzw. Kosten- und Ertragsbereiche. Aus der Summe der Möglichkeiten wird eine ausgewählt. Die Frage heißt nur, ist es möglich, die Vielzahl der Kosteneinflußgrößen zu berücksichtigen und ein der Wirklichkeit nahes Ergebnis zu erarbeiten. Die Vertreter der Plankostenrechnung sagen Ja !

Verbrauchsfunktionen, die abhängig sind von dem Alter der Maschine, geben Aufschluß über die Höhe bestimmter Kostenarten, die Dispositionen des Unternehmers determinieren weitgehend die Höhe der Lohn- und Gehaltszahlungen und die Aufträge lassen Rückschlüsse auf den Verbrauch an

Werkstoffen zu. Was jedoch innerhalb der Planungsrechnung schwer zu erfassen ist, besonders bei größeren Schwankungen der Produktionsmenge, das ist ein großer Teil der sogenannten Unwirtschaftlichkeiten. Der reibungslose Ablauf des Produktionsprozesses oder aber organisatorische Mängel zeigen sich erst nach der erfolgten Umstellung des Produktionsprozesses. Je mehr der Unternehmer durch seine Dispositionen in das Betriebsgeschehen eingreift, um eine Anpassung zu erreichen, also je umwälzendere Maßnahmen organisatorischer Art notwendig sind, desto größere Schwierigkeiten bereitet es, eine wirklichkeitsnahe Kostenplanung durchzuführen. Die qualitativen Einflüsse, insbesondere die Qualität der Kombination, sind quantitativ schwer erfaßbar. Trotzdem muß versucht werden, auf diesem Weg zu einer Lösung zu gelangen.

Riebel¹⁾ untersuchte 13 Produktionsbetriebe und 6 Dienstleistungs- und Mittlerbetriebe auf ihre Möglichkeiten, sich Produktionsschwankungen anzupassen.

Das Ergebnis seiner Untersuchungen läßt erkennen, daß unter der Voraussetzung oszillativer Absatzschwankungen jedem Betrieb aufgrund technischer Daten nur eine geringe Anzahl von Anpassungsformen zur Verfügung steht. Er gibt u.a. folgendes Beispiel:²⁾

Eine Kunsteisfabrik hat die Möglichkeit sich intensitätsmäßig und quantitativ anzupassen. Die Steigerung der Ausbringung durch die intensitätsmäßige Anpassung ist technisch begrenzt. Die untere Grenze der Durchlaufdauer liegt bei etwa 15 - 16 Stunden bei einer Temperatur von -8°C . Die Durchlaufdauer zu verkürzen durch ein weiteres Herabsetzen der Temperatur ist nicht möglich, da das Eis bei tieferen Temperaturen spröde wird. Einer

1) Riebel, Paul, Die Elastizität des Betriebes, Köln und Opladen 1954.

2) Riebel, Paul, a.a.O. S. 25 ff.

intensitätsmäßigen Anpassung bei Absatzrückgang sind jedoch keine Grenzen gesetzt, da notfalls der Eisgenerator soweit gedrosselt werden kann, daß er nur mehr eine Lagerfunktion erfüllt. Da jeder Betrieb mehrere Eisgeneratoren besitzt, ist es auch möglich, einige der Generatoren abzustellen und dadurch die Ausbringung zu verringern.

Heinen¹⁾ kommt bei seinen Untersuchungen der Anpassungsprozesse in einem Kokereibetrieb ebenfalls zu dem Ergebnis, daß dem Betrieb nur bestimmte Anpassungsformen zur Verfügung stehen. Er kann sich bei steigendem und fallendem Absatz intensitätsmäßig anpassen durch Verkürzung bzw. Verlängerung der Betriebszeit und evtl. einer weiteren Überstehzeit. Legt der Betrieb jedoch eine Batterie still, paßt sich also quantitativ an, dann liegt aufgrund der technischen Gegebenheiten beim Verkokungsprozeß schon keine Anpassung an kurzfristige Absatzschwankungen mehr vor, da der Unternehmer damit rechnen muß, daß er die Batterie nicht mehr in Betrieb nehmen kann. Die großen Temperaturschwankungen zerstören die feuerfesten Steine der Ausmauerung.

Zusammenfassend kann also gesagt werden:

Muß der Unternehmer sich kurzfristigen Absatzschwankungen im Produktionsbereich anpassen, so wird er bemüht sein, die Anpassungsform zu realisieren, die kostenmäßig für ihn am günstigsten ist. Der Bestand an Produktionsanlagen stellt für ihn bei seinen Dispositionen ein Datum dar. Außerdem engen technische Gesetze des Produktionsprozesses die Entscheidungsfreiheit des Unternehmers ein. Die Folge ist, daß bei kurzfristigen Absatzschwankungen dem Unternehmer nur eine sehr begrenzte Anzahl von Anpas-

1) Heinen, Edmund, Anpassungsprozesse und ... S. 22 ff, S.76 ff.

sungsformen zur Verfügung steht. Die Produktionsanlagen können intensitätsmäßig oder zeitlich in ihrer Leistungsabgabe variiert werden. Auf diesen technischen Möglichkeiten und ihren Kombinationen basieren die Anpassungsformen. Eine Kostenplanung auf der Grundlage der verbrauchsfunktionen also eine Kosteneinflußgrößenrechnung, wie sie z.B. Hall durchgeführt hat, gibt dem Unternehmer Aufschluß darüber, welche Anpassungsform unter den gegebenen technischen und wirtschaftlichen Daten für den Betrieb die kostenoptimale ist.

Kostenkurven können dem Unternehmer kaum als Dispositionsbasis dienen. Die Prämissen des Ertragsgesetzes, in der Form wie Gutenberg sie herausgearbeitet hat, sind in industriellen Betrieben nicht gegeben. Die Produktionsfaktoren haben zum größten Teil limitationalen Charakter. Deshalb kann auch die Minimalkostenkombination nach den Aussagen des Ertragsgesetzes nicht ermittelt werden.

Da an die Stelle des Ertragsgesetzes kein neues ökonomisches Kombinationsgesetz gestellt werden kann¹⁾ und die Dispositionsabhängigkeit der Kosten im Rahmen der technischen Gegebenheiten bejaht werden muß, ergibt sich zwangsläufig daraus der Verzicht auf ein Denken in Kostenkurven. Es besteht nur die Möglichkeit, sich in verschiedenartiger Form Absatzschwankungen anzupassen und mit Hilfe der Planungsrechnung die kostenoptimale Anpassungsform auszuwählen. Die Kombination wird durch Kostenvergleich ermittelt. Es gibt für den einzelnen Betrieb keine Gesamtkostenkurve, die dem Unternehmer als

1) Die Produktionsfunktion vom Typ B nach Gutenberg zeigt lediglich technische Kombinationsgesetze auf. Die Probleme, die sich aus der Forderung nach einer qualitativ optimalen Kombination ergeben, werden ausgeklammert.

Dispositionsbasis dienen kann und den Verlauf der Kosten bei Variation der Ausbringung angibt, sondern nur eine größere oder kleinere Anzahl von Kostenpunkten. Diese Kostenpunkte werden, abgesehen von technischen Daten, durch die Form der Anpassung, die Qualität der Produktionsfaktoren, die Qualität der Kombinationen und durch die Faktorpreise bestimmt.

2. Praktische Überlegungen bei der Ermittlung der Plankosten und der kostenoptimalen Anpassungsform.

Bei der Ermittlung der Plankosten stehen die technischen Verbrauchsfunktionen im Mittelpunkt des Interesses. Wie in Kapitel C, III schon ausführlich dargestellt wurde, basieren die Verbrauchsfunktionen auf chemischen und physikalischen Gesetzen. Hall war es möglich, beim Schmelzprozeß die Wärmemenge zu ermitteln, die durch chemische Reaktionen und physikalische Vorgänge frei wird bzw. verloren geht. Diese Ergebnisse in Zusammenhang mit weiteren Berechnungen ermöglichten es ihm, die Wärmemenge zu berechnen, die dem Schmelzprozeß zusätzlich zugeführt werden muß. Seine Berechnungen zeigen, daß der Verbrauch an zusätzlicher Energie u.a. von der Zusammensetzung des Rohmaterials abhängig ist.

Ähnliche Beispiele dieser Art findet man in vielen anderen Industriezweigen. Es ist selbstverständlich, daß es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, auf chemische oder physikalische Gesetze einzugehen, die in diesem Zusammenhang für den Einzelbetrieb relevant sind. Es soll lediglich an einigen praktischen Beispielen die Bedeutung der Verbrauchsfunktionen und der Statistik im Rahmen einer Vorscheurechnung gezeigt werden. Dabei muß man in der Mehrzahl der Fälle von der Tatsache ausgehen, daß Experimente zur Ermittlung statistischer Abhängigkeiten und Wahrscheinlichkeiten im Industriebetrieb nicht gemacht werden können. Es besteht lediglich die Möglich-

keit, das aus der Vergangenheit zur Verfügung stehende Zahlenmaterial auszuwerten und außerdem durch logische Überlegungen zu Aussagen zu gelangen, die zur Berechnung statistischer Wahrscheinlichkeiten benutzt werden können.

Im Rahmen einer Plankostenrechnung wird es für den Unternehmer von besonderer Bedeutung sein, die zukünftige Höhe bestimmter Kostenarten zu ermitteln. Wie genau die statistisch ermittelten Plankosten mit den späteren Istkosten übereinstimmen, hängt von der Größe des Planungszeitraumes und der Genauigkeit und der Zuverlässigkeit der zur Verfügung stehenden Plandaten ab. Je größer der Planungszeitraum ist, umso eher werden sich etwaige Schwankungen und Abweichungen ausgleichen und umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Plandaten und Istdaten am Ende der Planungsperiode übereinstimmen. Andererseits nimmt aber die Genauigkeit und Zuverlässigkeit aller Berechnungen ab, je weiter sie in die Zukunft reichen.

Stützt sich die Ermittlung der Plankosten auf statistische Berechnungen, dann ist eine genaue Prüfung des aus der Vergangenheit zur Verfügung stehenden Zahlenmaterials besonders wichtig. Dieses Zahlenmaterial kann oft nicht in der vorliegenden Form als richtungsweisend für die Zukunft angesehen werden. So sind z.B. etwaige Schwankungen in der Höhe einzelner Kostenarten während einer Rechnungsperiode nur dann richtig zu beurteilen, wenn ihre Ursachen näher untersucht werden. Hier liegt die eigentliche Aufgabe des Unternehmers, denn nur er, der seinen Betrieb bis ins einzelne kennt, kann entscheiden, welche Bedeutung dieser oder jener Zahl beizumessen ist. Auf die genaue Darstellung der Vielzahl von Methoden, die dem Statistiker zur Aufbereitung des vorhandenen Zahlenmaterials zur Verfügung stehen, soll hier verzichtet werden. Es handelt sich in dem genannten Zusammenhang immer darum, funktionale Abhängigkeiten

zwischen zwei Größen darzustellen. Unter Umständen müssen weitere Einflußfaktoren berücksichtigt werden. Graphisch gesehen kann die Aufgabe des Statistikers darin bestehen, aus einer Vielzahl von einzelnen Punkten die charakteristischen auszuwählen und daraus eine Kurve zu eliminieren oder mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit den weiteren Verlauf einer Kurve anzugeben.

Ein Beispiel für die Anwendung statistischer Rechenmethoden ist die Ermittlung des optimalen Reparaturzeitpunktes für eine Anlage. Große Schmelzöfen, wie sie z. B. in der Glasindustrie oder Stahlindustrie benutzt werden, müssen von Zeit zu Zeit neu ausgemauert und überholt werden. Sie liegen während der Reparaturzeit still. Inwieweit die feuerfesten Steine eines Schmelzofens von der Schmelze angegriffen sind, ist während der Betriebsdauer nicht festzustellen. Es zeigt sich also erst nachträglich, ob der Zeitpunkt zur Durchführung einer Generalüberholung richtig gewählt wurde. Sammelt man jedoch die hier gewonnenen Erfahrungswerte über einen längeren Zeitraum und versucht zusätzlich zu erkennen, welche Faktoren die Betriebsdauer eines Ofens beeinflussen (z.B. Zusammensetzung der Schmelze, Anzahl der Schmelzen, Dauer der Schmelzen), dann ist es möglich, mit Hilfe statistischer Berechnungen den richtigen Zeitpunkt für die Reparatur zu ermitteln und auch dann zu einer Aussage zu kommen, wenn sich der Betrieb einer veränderten Absatzlage intensitätsmäßig anpaßt.

Schwieriger ist die Lösung folgender Probleme, die im Rahmen der Kuppelproduktion auftreten.

Beim Verkokungsprozeß fällt als Bestandteil des Rohgases Rohbenzol an. Die Hauptbestandteile des Rohbenzols sind Benzol, Toluol und die Gruppe der Xylole. Die Verarbeitung des Rohbenzols kann nun so erfolgen, daß die ungesättigten Kohlenwasserstoffverbindungen und die Schwefelverbindungen durch Behandlung des Rohbenzols mit Lauge

und Säure entfernt werden. Der Säure- und Laugeverbrauch kann vorher durch Laborversuche ermittelt werden. Anschließend wird das Rohbenzol in seine einzelnen Fraktionen zerlegt. Diese Zerlegung erfolgt in großen Destillationskolonnen und beruht auf der Tatsache, daß die genannten Hauptbestandteile des Rohbenzols bei verschiedener Temperatur sieden. Zur näheren Erläuterung sei gesagt, daß Benzol bei 80°C , Toluol bei 110°C und die Gruppe der Xylole bei ca. 137°C siedet. Da die Destillationskolonnen mit Wasserdampf erhitzt werden, ist der Verbrauch an Wasserdampf abhängig von der Zusammensetzung des Rohbenzols. Je größer der Anteil an Toluol und Xylol ist, um so höher ist auch der Dampfverbrauch. Da erfahrungsgemäß die Lagervorräte jedoch nicht sehr groß sind, sondern jeder Betrieb bemüht ist, die in der Kokerei anfallenden Mengen an Rohbenzol sofort weiter zu verarbeiten, können mit Hilfe der im Laboratorium durchgeführten Analysen die voraussichtlich erzeugten Mengen an Benzol, Toluol und Xylol und die voraussichtlich anfallenden Kosten für einen längeren Planungszeitraum nicht ermittelt werden. Beobachtet man aber die täglichen Messungen und Analysen des Rohgases und des Rohbenzols über einen längeren Zeitraum, so lassen sich folgende vier Faktoren ermitteln, die auf die Menge und die Zusammensetzung des Rohbenzols Einfluß haben:

1. Die Zusammensetzung der Kokskohle.
2. Die Länge des Verkokungsprozesses.
3. Die Koksofenanlage.
4. Die Regelung und Einstellung der Rohbenzolgewinnungsanlage.

Beschränkt man die Untersuchung auf eine bestimmte Kokerei, dann kann man über die voraussichtlich verwendete Kokskohle ziemlich genaue Angaben machen, da die Zusammensetzung der Kohle einer Zeche nur geringfügige Schwankungen zeigt und es leicht möglich ist, einen statisti-

schen Mittelwert zu berechnen. Außerdem wird im voraus geplant, wie groß der Anteil der einzelnen Zechen an der Kokskohlenlieferung sein wird. Auch die Koksofenanlage an sich und die Länge des Verkokungsprozesses kann als Konstante angesehen werden, solange nicht eine Batterie stillgelegt, eine neue Batterie in Betrieb genommen oder die Verkokungsdauer im Rahmen einer intensitätsmäßigen Anpassung verlängert wird.

In der Rohbenzolgewinnungsanlage wird das Rohbenzol mit sogenanntem Waschöl aus dem Rohgas gewonnen. Das Waschöl wird anschließend wieder von dem Rohbenzol getrennt und kann dann erneut benutzt werden. Im Laufe seiner Nutzungsdauer läßt jedoch seine Wirksamkeit nach, so daß im Rahmen einer Plankostenrechnung ebenfalls mit einem statistischen Mittelwert gerechnet werden müßte.

Angenommen, der Betrieb ist gezwungen, sich einem Absatzrückgang intensitätsmäßig anzupassen durch Verlängerung der Verkokungsdauer, dann kann der Betrieb, während die absolute Menge des erzeugten Rohgases und Rohbenzols sinkt, mit einem höheren Anteil an Rohgas pro eingesetzte Tonne Kokskohle rechnen. Die Zusammensetzung des Rohgases ändert sich und zeigt einen höheren prozentualen Anteil hochsiedender Kohlenwasserstoffverbindungen. Die sich hier abspielenden chemischen und physikalischen Prozesse in Form mathematischer Gleichungen exakt zu erfassen, ist nicht möglich. Will man in diesem Fall überhaupt zu Aussagen gelangen, dann ist das nur über statistische Berechnungen möglich.

Andere Industriezweige haben im Gegensatz zu einer Kokerei die Möglichkeit, sich einem verminderten Absatz zeitlich anzupassen. So wäre es z.B. denkbar, daß der Unternehmer im Rahmen einer zeitlichen Anpassung vor der Wahl steht, seinen Betrieb täglich zwei Stunden weniger oder wöchentlich einen Tag weniger arbeiten zu lassen.

Auch die Ausarbeitung eines Kostenvergleichs zwischen diesen beiden Anpassungsmöglichkeiten erfordert die Anwendung statistischer Methoden.

Ein anderer Unternehmer steht z.B. vor dem Problem, daß eine bestimmte Maschine oder Produktionsanlage innerhalb seines Betriebes einen Engpaß darstellt. Versucht der Unternehmer, diesen Engpaß durch intensitätsmäßige Anpassung zu beseitigen, so muß er gleichzeitig damit rechnen, daß der Ausschuß progressiv zur Erzeugung steigt. Wie sich für diesen Fall die Kosten verhalten und ob durch eine intensitätsmäßige Anpassung das Problem überhaupt gelöst werden kann, zeigen statistische Berechnungen.

Die hier angeführten Beispiele können zwar nur einen kleinen Einblick in die gesamte Problematik geben, sie lassen aber doch die Vielgestaltigkeit der Aufgaben des Unternehmers und die Bedeutung der Statistik als Dispositionshilfe erkennen.

Ebenso wie die Statistik kann auch das linear programming zu aufschlußreichen Ergebnissen führen, wenn man bewußt auf mathematische Exaktheit verzichtet. Angenommen der Unternehmer hat die Möglichkeit, den Engpaß, den drei Maschinen innerhalb seines Betriebes bilden, durch intensitätsmäßige oder zeitliche Anpassung zu beseitigen. Er möchte die Anpassungsform wählen, die seinen Gesamtgewinn maximiert und verlangt außerdem von jedem der drei Erzeugnisse eine bestimmte Mindestproduktion. Sowohl bei der intensitätsmäßigen als auch bei der zeitlichen Anpassung liegen bei einer Variation der Ausbringung keine reinen linearen Abhängigkeiten vor. Bei der intensitätsmäßigen Anpassung verhalten sich die Kosten nicht in jedem Fall proportional zur Leistung und bei der zeitlichen Anpassung können durch gezahlte Überstundenzuschläge ebenfalls unterschiedliche Stückkosten auftreten. Außerdem sollen in unserem Beispiel

für alle Produktarten mehrere Produktionsverfahren möglich sein, so wie die Tabelle auf Seite 86 zeigt. Diese Aufgabe ist mit Hilfe mehrerer Vergleichsrechnungen lösbar. Da das Ergebnis die Menge der nach den einzelnen Produktionsverfahren zu erzeugenden Produkte angibt, kann daraus der Gesamtgewinn berechnet werden.

Als Vergleichsrechnungen sind folgende Rechnungen durchzuführen:

1. Intensitätsmäßige Anpassung.

Gegeben ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Maschinenstunden. Variiert werden in mehreren Parallelrechnungen die benötigten Maschinenstunden pro Produkt und Maschine und die variablen Durchschnittskosten pro Produktart. Bei folgendem mathematischen Ansatz

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \quad \dots \quad + a_{1n}x_n \quad 236$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \quad \dots \quad + a_{2n}x_n \quad 460$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \quad \dots \quad + a_{3n}x_n \quad 612$$

$$c_1x_1 + c_2x_2 \quad \dots \quad + c_nx_n$$

werden die Koeffizienten von $x_1, x_2 \dots x_n$ nämlich a_{ij} und c_j variiert. Aus dem Ergebnis wird dann der voraussichtliche Gesamtgewinn berechnet. Die Anzahl der notwendigen Rechnungen richtet sich nach der Größe der möglichen Leistungsvariation der drei Maschinen. Die größte Schwierigkeit der Rechnung liegt darin, die Durchschnittskosten der einzelnen Produkte bei den unterschiedlichen Leistungen der drei Maschinen zu ermitteln.

2. Zeitliche Anpassung.

Bei der zeitlichen Anpassung wird die zur Verfügung stehende Anzahl von Maschinenstunden variiert und c_j ,

falls erforderlich, neu festgesetzt. Die Durchschnittskosten c der einzelnen Produktarten ändern sich mit wechselnden Überstundenzuschlägen und den verschiedenen zeitlichen Anpassungsmöglichkeiten (täglich mehrere Überstunden, Einlegung einer zusätzlichen Schicht, Arbeiten an Samstagen und Sonntagen usw.), die die Produktionstechnik gestattet. Da die Überstundenzuschläge bei diesen Vergleichsrechnungen nicht nur den zusätzlich hergestellten Produkten verrechnet werden können, sondern anteilig jedes Produkt damit belastet werden muß, werden diese Kosten wie die Fixkosten behandelt und erst später bei der Berechnung des Gesamtgewinnes berücksichtigt.

Die endgültige Lösung des Problems ergibt sich durch den Vergleich der Gesamtgewinne, die aufgrund der einzelnen Rechenergebnisse ermittelt werden können. Die Vielzahl der unter Umständen erforderlichen Rechnungen stellt bei dem heutigen Stand der Technik kein Hindernis mehr dar. Elektronische Rechenanlagen lösen das Problem in wenigen Sekunden.

Da die Gesamtleistung eines Betriebes durch seine leistungsschwächsten Betriebsteile bestimmt wird, kann eine weitere Möglichkeit zur Produktionsausweitung darin bestehen, die betrieblichen Engpässe durch Fremdbezug, z.B. den Kauf von Halbfabrikaten, auszugleichen. Ohne die eigene Kapazität zu vergrößern, ist es auf diese Weise möglich, Absatzchancen wahrzunehmen. Da jede Produktionserweiterung einen zusätzlichen Einsatz an Kapital erfordert, wird ein Betrieb, dessen Liquidität nicht sehr groß ist, seine Produktion bei den Erzeugnissen ausweiten, die mit minimalen zusätzlichen finanziellen Mitteln erstellt werden können. In unserem Beispiel müßten also die Erzeugnisse erstellt werden, die möglichst weitgehend mit den eigenen Maschinen produziert werden könnten, um den Einkauf von Fremdleistungen niedrig zu halten. Als Grundbedingungen des linear programming Problems

sind also die Anzahl der verfügbaren Maschinenstunden und mehrere Produktarten, die mit den vorhandenen Maschinentypen erstellt werden können, gegeben. Da jedoch nach Voraussetzung der Bezug von Halbfabrikaten erforderlich ist, weil einige Maschinen voll ausgelastet sind, muß die Zielfunktion bei der mathematischen Lösung des Problems angegeben, wieviel D-Mark pro Erzeugnis und Produktart notwendig sind zum Kauf von Halbfabrikaten. Die optimale Lösung, nämlich das Minimum der Zielfunktion, gibt an, welche Produkte mit minimalem Kapitalaufwand erstellt werden können und welche Mengenrelationen zwischen den herzustellen den Produktarten bestehen sollten.

II. Totale Anpassung des Betriebes an die Absatzsituation.

Nach den bisherigen Ausführungen könnte der Eindruck entstehen, daß der Betrieb der Marktsituation vollständig ausgeliefert sei und absatzpolitisch zur Passivität verurteilt sei. Genau das Gegenteil ist der Fall. Der Unternehmer muß in erster Linie bemüht sein, sich seinen Markt zu schaffen und seinen Absatz langfristig zu planen.

"Langfristige Wirtschaftsplanung schließt die Planung von Erweiterungen ein. Erweiterungen können viele Formen annehmen, aber im allgemeinen denkt man dabei an neue Erzeugnisse oder neue Märkte".¹⁾ Die schnelle technische Entwicklung verkürzt die Lebensdauer der Erzeugnisse, so daß jeder Betrieb vor der Aufgabe steht, seine Produkte zu verbessern und neue Produkte zu entwickeln. Als Folge ergibt sich daraus für den Betrieb die Notwendigkeit zur quantitativen und qualitativen Veränderung der Produktionsfaktoren und einer neuen Kombination der Produktionsfaktoren. Der gesamte Produktionsablauf bedarf einer neuen

1) Operations Research, Herausgegeben von der American Management Association, Inc., Deutsche Ausgabe W.W. Elwenspoek, Giradet Essen 1958, S. 197.

Organisation und die Planung kann in weit geringerem Umfang auf Erfahrungswerte und Daten vergangener Perioden aufbauen.

Die Aufgabenstellung dieses Kapitels umfaßt demnach alle Fragen, die sich im Zusammenhang mit Betriebserweiterungen und Verfahrensänderungen ergeben. Es müssen vor allem auch die Erscheinungen diskutiert werden, die in Verbindung mit Betriebserweiterungen Beachtung verlangen, wie das Problem der optimalen Betriebsgröße und der Lohmann-Ruchti-Effekt.

1. Die mutative und die Multiple Betriebsgrößenvariation.

a. Die Betriebsgrößenvariation.

Genau so, wie die Messung der Beschäftigung und die Bestimmung des Beschäftigungsgrades immer wieder Gegenstand der Diskussion war und bis heute zu keiner befriedigenden Lösung geführt hat, ist die Frage, wann eine Variation der Betriebsgröße vorliegt und wie die Betriebsgröße gemessen werden kann, bis heute nicht generell gelöst.

Im Rahmen dieser Arbeit soll von einer Variation der Betriebsgröße gesprochen werden, wenn wenigstens ein Potentialfaktor entweder Arbeit oder Betriebsmittel quantitativ variiert wird. Außerdem ist auch dann eine Betriebsgrößenvariation denkbar, wenn ein altes Aggregat durch ein qualitativ wesentlich leistungsfähigeres Aggregat ersetzt wird, so daß durch die qualitative Änderung die Produktion erheblich gesteigert wird. Eine Betriebsgrößenvariation liegt nicht vor, wenn lediglich durch eine organisatorisch rationellere Gestaltung des Produktionsablaufs, ohne daß die bestandsmäßige Quantität oder Qualität der Potentialfaktoren verändert wird, die Erzeugung gesteigert werden kann.

Als Maßgröße bietet sich auch in diesem Fall die Summe der erzeugten Produkte bzw. der daraus berechneten Leistungs-

einheiten an. Gegen diese Rechnungsgröße sind dieselben Bedenken geltend zu machen, die im Zusammenhang mit der Beschäftigungsmessung schon erörtert worden sind. Trotzdem soll weiterhin die Leistung und nicht etwa die Arbeitsstunden oder die Löhne als Maßstab dienen, da bei Variation der Betriebsgröße die Dispositionen des Unternehmers auf eine Erhöhung der Leistung hinzielen und die im Zusammenhang auftretenden Fragen klarer dargestellt werden können, wenn die Produktmenge als Maßstab gewählt wird.

Ist der Unternehmer aufgrund eingehender Marktbeobachtungen, Marktanalysen und Überlegungen zu dem Ergebnis gekommen, daß er seinen Absatz nicht nur kurzfristig sondern auch langfristig steigern kann, dann wird er sich diesen Marktchancen produktionstechnisch anpassen. Gutenberg¹⁾ unterscheidet zwei Möglichkeiten einer Betriebsgrößenvariation:

1. Der Unternehmer vergrößert seine Produktion, indem er zu den vorhandenen Maschinen weitere kauft, die notwendigen Arbeitskräfte dafür einstellt, aber eine wesentliche Umgestaltung des Produktionsprozesses nicht vornimmt. Statt mit drei Öfen arbeitet der Betrieb in Zukunft mit vier Öfen und statt mit 700 Webstühlen mit 1000 Webstühlen (multiple Betriebserweiterung).
2. Die Betriebserweiterung kann aber auch zu einer radikalen fertigungstechnischen Um- und Neugestaltung der Produktionsbedingungen führen. In diesem Fall ist es nicht selten erforderlich, ein vollkommen neues Werk zu bauen bzw. einen Betriebsteil ganz zu erneuern. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, z.B. die Entdeckung

1) Gutenberg, Erich, a.a.O. Die Produktion 3. Aufl. 1957 S. 300 ff.

eines neuen Verfahrens zur Herstellung eines bestimmten Produktes oder die technische Weiterentwicklung einer halbautomatischen Anlage zur vollautomatischen Anlage (vollautomatische Walzenstraße), können die Ursache sein für diese Um- und Neugestaltung des Produktionsprozesses (mutative Betriebserweiterung).

Die multiple Betriebserweiterung ist in ihren investitions-theoretischen Folgen leichter überschaubar. Die Anschaffungspreise der Webstühle sind bekannt, die zusätzlichen Ausgaben für Löhne leicht errechenbar. Der Unternehmer kann einen Kosten- und Ausgabenplan aufstellen mit dem ihm zur Verfügung stehenden Zahlenmaterial.

Die Schwierigkeiten bei multipler Betriebserweiterung bestehen vor allem darin, daß die Produktionsanlagen nicht beliebig teilbar sind und sich als Folge davon Disproportionalitäten ergeben können zwischen den einzelnen Betriebsteilen. So entstehen Engpässe im Betrieb, die zu erhöhten Kosten führen. Deshalb ist bei der Planung von Betriebserweiterungen besonders zu beachten, daß die Produktionsanlage nicht nur eine technische Konstruktion ist, sondern auch ein Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß.

Eine mutative Betriebsgrößenerweiterung kostenmäßig zu erfassen und zu planen, verlangt die Berücksichtigung so vieler Einflußfaktoren und Unsicherheitsmomente, daß in den meisten Fällen alle Rechnungen nur einen bedingten Aussagewert haben.

b. Die optimale Betriebsgröße.

Unter dem Begriff der optimalen Betriebsgröße verbirgt sich die Vorstellung, daß es in jedem Produktionszweig eine Betriebsgröße gibt, die vorteilhafter ist, als jede andere. Da in der Industrie die Größe eines Betriebes

vielfach von der Größe und Anzahl der Betriebsmittel abhängt, drängt sich jedem Unternehmer im Zusammenhang mit seinen Produktionsanlagen die Frage nach seiner optimalen Betriebsgröße auf. Insbesondere bei Erweiterungsinvestitionen muß er sich die Frage vorlegen, ob er durch die Betriebsvergrößerung nicht in eine Kostenprogression hereinkommt, weil er seine optimale Betriebsgröße überschreitet, oder ob er im Kostenbereich die Vorteile der Betriebsgrößendegression zu spüren bekommt. Eventuell könnten Überlegungen dieser Art den Unternehmer überzeugen, daß eine Betriebserweiterung unzweckmäßig ist oder aber ihn veranlassen, gerade aufgrund der Kostendegression eine Betriebserweiterung durchzuführen.

Robinson¹⁾ teilt die Faktoren, die bei Vorhandensein einer gewissen Marktgröße, die geeignetste Größe eines Unternehmens bestimmen, in fünf Hauptkategorien ein:

"Die technischen Faktoren bestimmen die optimale technische Größe, die Organisationsfaktoren bestimmen die optimale Größe im Hinblick auf die Verwaltung; die finanziellen Faktoren bestimmen die optimale Größe im Hinblick auf die Finanzierung, die Einflüsse des Absatzes bestimmen die optimale Größe der Absatzorganisation; die Faktoren des Risikos und der Nachfrageschwankungen schließlich bestimmen die Unternehmungsgröße, welche im Wechsel des Wirtschaftslebens die größte Chance zum Fortbestehen hat".²⁾

Es ist deshalb erforderlich, den Begriff der optimalen Betriebsgröße einzuengen und zu konkretisieren. Das soll in der Weise geschehen, daß hier lediglich untersucht wird, ob es für einen bestimmten Produktionszweig einen Betrieb gibt, der nur aufgrund seiner Größe Kostenvor-

1) Robinson, E.A.G., Betriebsgröße und Produktionskosten, Wien 1936.

2) Robinson, E.A.G., a.a.O., S. 16.

teile hat gegenüber allen größeren und kleineren Betrieben. Gibt es eine Betriebsgröße, bei der die Leistungserstellung kostenoptimal erfolgt?

Als Kostenvorteile des Großbetriebes gegenüber dem Kleinbetrieb werden in der Literatur¹⁾ meistens zwei Tatsachen angeführt.

1. Der Großbetrieb ist in der Lage, mit größeren Aggregaten und kapitalintensiveren Fertigungsverfahren als der Kleinbetrieb zu arbeiten. Da der Wirkungsgrad der Anlagen im allgemeinen mit zunehmender Größe günstiger wird, der Kleinbetrieb diese produktionstechnischen Vorteile jedoch für sich nicht in Anspruch nehmen kann, ist der Großbetrieb in dieser Beziehung dem Kleinbetrieb überlegen.
2. Im Großbetrieb besteht in größerem Ausmaß die Möglichkeit, das Prinzip der Arbeitsteilung zu verwirklichen. Jeder Arbeiter wird auf eine bestimmte Arbeitsleistung spezialisiert. Die Folge davon ist eine Steigerung der Qualität des Faktors Arbeit und eine Verringerung der quantitativen und qualitativen Leerkosten. Derselbe Effekt kann auch bei dem Produktionsfaktor Betriebsmittel erreicht werden, wenn in größerem Umfang Spezialmaschinen eingesetzt werden.

Wenn es eine optimale Betriebsgröße gibt, dann muß es neben den genannten kostensenkenden Einflüssen auch solche geben, die das Kostenniveau wieder heben. Den Engpaß soll hier der dispositive Faktor bilden. Wird der Be-

1) Mellerowicz, Konrad, a.a.O., Bd. I
Robinson, E.A.G., Betriebsgröße und Produktionskosten,
Wien 1936.
Gutenberg, a.a.O., Bd. I.

trieb zu groß, dann gerät der dispositive Faktor ins Minimum. Er ist nicht mehr in der Lage, den Kombinationsprozeß so zu gestalten, daß Quantität und Qualität der vorhandenen Produktionsfaktoren voll wirksam werden und in der Leistung ihr Äquivalent finden. Die Qualität der Kombination sinkt demnach von einer bestimmten Betriebsgröße ab.

Gutenberg¹⁾ ist der Meinung, daß bei den heute vorhandenen Betriebsgrößen der Punkt der Kostensteigerung aufgrund Überschreitens der Grenzen der Leistungsfähigkeit des dispositiven Faktors noch nicht erreicht ist. Durch Arbeitsteilung auch im Bereich des dispositiven Faktors kann dieser Erscheinung bei den heute üblichen Betriebsgrößen noch entgegengewirkt werden. .

Für den Unternehmer folgt daraus die Feststellung, daß im Bereich der Produktion keine kosten~~theoretischen~~theoretischen Gründe gegen eine Betriebserweiterung sprechen. Bringt er seinen Betrieb auf ein neues Leistungsniveau, indem er sein Produktionspotential vergrößert, so kann er langfristig gesehen mit einem Sinken der Durchschnittskosten rechnen. Selbstverständlich gelten für diese langfristige totale Anpassung die Forderungen des wirtschaftlichen Prinzips in bezug auf die Qualität der Produktionsfaktoren und des Kombinationsprozesses. Werden diese Kosteneinflußfaktoren vernachlässigt, dann können sie die Kostenvorteile des Großbetriebes kompensieren.

2. Verfahrensvariation. .

a. Definition des Begriffes.

Aus der Fixierung des Begriffes der Betriebsgrößenänderung

1) Gutenberg, Erich, a.a.O. Die Produktion. 3. Aufl. 1957 S. 319 ff.

folgt, daß die Betriebsgrößenänderung verbunden ist mit einer Variation der Produktionsfaktoren und der Menge der erstellten Leistungseinheiten. Bleibt dagegen die Menge der erstellten Leistungseinheiten konstant bei einer quantitativen und qualitativen Variation der Faktoreinsatzmengen, dann liegt keine Betriebsgrößenänderung vor, sondern nur eine Verfahrensvariation. Selbstverständlich kann mit einer Verfahrensvariation gleichzeitig auch die Betriebsgröße geändert werden. Während mit der multiplen Betriebserweiterung keine Variation des Fertigungsverfahrens verbunden ist, wird das bei mutativer Änderung der Betriebsgröße ex definitione immer der Fall sein.

Wodurch wird nun im einzelnen ein Fertigungsverfahren charakterisiert?

Ein Fertigungsverfahren kann durch technologische Merkmale bestimmt sein. So ist es z.B. möglich, den Schwefel aus dem beim Verkokungsprozeß anfallenden Rohgas im Trockenverfahren zu gewinnen, indem man das Gas über Eisenoxyd leitet. Das Eisenoxyd reagiert mit den Schwefelverbindungen im Rohgas. Es entstehen schwefelhaltige Eisenverbindungen, z.B. Eisensulfide. Bei dem Naßverfahren wird der Schwefel mit einer Ammoniaklösung in großen Waschtürmen aus dem Rohgas ausgewaschen. Der Schwefel wird durch das Ammoniak gebunden und fällt als Ammoniakverbindung an.

Gutenberg¹⁾ nennt als Beispiel für unterschiedliche produktionstechnische Verfahren das Nieten bzw. Schweißen von Eisenplatten.

Einen zweiten Verfahrensbegriff definiert Gutenberg²⁾ in

1) Gutenberg, Erich, a.a.O., Die Produktion 3. Aufl. 1957, S. 67.

2) Gutenberg, Erich, a.a.O., Die Produktion 3. Aufl. 1957, S. 75.

der Weise, daß er unterscheidet zwischen einer Fertigung "von Hand" oder mit Hilfe von Maschinen. Er nennt dabei drei Fälle:

Fall A liegt vor bei einer manuellen Führung des Werkzeuges, Fall B bei einer manuellen Steuerung des maschinellen Aggregates, Fall C bei einer einfachen Bedienung der Maschine. Werden die Maschinen automatisch gesteuert, dann liegt wiederum ein anderes Verfahren vor.

Ein weiteres Kriterium für die Unterscheidung von Fertigungsverfahren sieht Gutenberg¹⁾ in der Art der Bildung fertigungstechnisch-fabrikatorischer Einheiten. Er unterscheidet: handwerkliche Fertigung, Werkstattfertigung, Reihenfertigung (mit und ohne Zeitzwang), automatische Fertigung und Zwangslauffertigung.

b. Das Gesetz der Massenproduktion von Bücher.

Verfahrensänderungen im Sinne der genannten Definitionen müssen, wie schon erwähnt, nicht zwangsläufig mit Betriebserweiterungen verbunden sein.

Andererseits lohnt sich ein Verfahrenswechsel oftmals nur dann, wenn eine Ausdehnung der Produktion erfolgt. Es gibt Verfahren, die nur bei Massenfabrikation durchführbar sind, weil sie einen technischen Apparat von einer bestimmten Größe voraussetzen.

Bücher²⁾ ist auf diesen Tatbestand erstmalig aufmerksam geworden durch die Ergebnisse der Berufs- und Betriebszählungen von 1882, 1895 und 1907. Sie haben gezeigt, daß im Deutschen Reich die Anzahl der in der Industrie beschäftigten Arbeiter und Angestellten zunimmt, und zwar stärker als die Einwohnerzahl, daß aber die Zahl

1) Gutenberg, Erich, a.a.O., Die Produktion 3. Aufl. 1957, S. 75.

2) Bücher, Karl, Das Gesetz der Massenproduktion, Z.f.g. Staatsw. 1910, S. 429-444.

der Industriebetriebe ständig zurückgeht. Es fand eine strukturelle Umschichtung insofern statt, als der Kleinbetrieb zugunsten des Großbetriebes weichen mußte.

Auf der Suche nach den Ursachen dieser Umschichtung kommt Bücher zu der Erkenntnis, daß der Großbetrieb sich Degressionserscheinungen im Kostenbereich zunutze macht, die dem Kleinbetrieb nicht in gleicher Weise zugute kommen können.

Bezeichnet man die Durchschnittskosten eines Erzeugnisses mit k , die gesamten fixen Kosten mit c , die variablen Kosten bezogen auf ein Erzeugnis mit v und die Menge der erzeugten Produkte mit m , dann ist

$$k = \frac{c}{m} + v$$

Je größer m wird, um so kleiner wird der Quotient $\frac{c}{m}$. Erhöhen sich die variablen Gesamtkosten bei einer Steigerung der Erzeugung jeweils um den gleichen Betrag, so daß v als konstant vorausgesetzt werden kann, dann muß k sinken, wenn m größer wird.

So erläutert und mathematisch formuliert, wird jedoch von Bücher lediglich eine Beziehung zwischen Produktmenge und Kosten dargestellt.¹⁾ Aus den weiteren verbalen Ausführungen und Beispielen Büchers geht jedoch hervor, daß er noch einen zweiten Tatbestand verdeutlichen will. Er gibt folgendes Beispiel:²⁾

Zum Vervielfältigen von Büchern gibt es mehrere technische Verfahren. Das einfachste Verfahren besteht darin, daß man ein Buch abschreibt. Weitere Verfahren sind die Hektographie, die Autographie oder der Buchdruck. Beim Hektographieren und Autographieren wird die Schrift mit

1) Gutenberg, Erich, a.a.O., Die Produktion, 3. Aufl. 1957, S. 78.

2) Bücher, Karl, a.a.O., S. 435 ff.

einer besonders zubereiteten Tinte sorgfältig auf Papier übertragen und von diesem auf lithographischen Stein oder eine Gelatinemasse umgedruckt, von der Abzüge gemacht werden. Da das Schreiben mehr Zeit beansprucht als normalerweise, wird man diese Verfahren nur wählen, wenn mehrere Abzüge gemacht werden sollen.

Auch das Druckverfahren wird aus kostentheoretischen Erwägungen erst dann angewandt, wenn die Zahl der Exemplare nicht zu klein ist. Für die anderen Fälle stehen Schreibmaschinen und Vervielfältigungsapparate zur Verfügung.

Bücher faßt das Ergebnis seiner Untersuchung in drei Punkten zusammen:

- "1. Das vollkommene Produktionsverfahren, zur Herstellung einzelner Exemplare angewandt, ist teurer als das unvollkommene; die Produktionskosten sinken aber mit der zunehmenden Zahl der Exemplare und werden erst dann niedriger als die Produktionskosten des unvollkommenen Verfahrens, wenn die herzustellende Ware eine bestimmte (im Einzelfall empirisch festzustellende) Masse nicht mehr unterschreitet. Die Grenze, von der ab es vorteilhaft zu werden beginnt, heiße die Nutzschwelle der Massenproduktion. Sie liegt umso höher, je größer der Anteil der konstanten Kosten an den Gesamtherstellungskosten ist.
2. Von der Nutzschwelle ab vermindern sich die Produktionskosten weiter mit der Zunahme der Produktmasse.
3. Diese Kostenminderung vollzieht sich jedoch im allgemeinen langsamer, als die Produktmasse steigt, und verlangsamt sich um so mehr, je größer die Masse wird. Schließlich wird eine Grenze erreicht, bei der eine weitere Steigerung der Masse keinen ökonomisch ins Gewicht fallenden Vorteil mehr bieten kann. Unmittelbar unter dieser Nutzgrenze liegt die Nutzhöhe der

Massenproduktion".¹⁾

Daraus geht hervor, daß Bücher mit seinem Gesetz der Massenproduktion einen Zusammenhang zwischen Produktmenge und Fertigungsverfahren aufzeigen wollte.²⁾ Seine Formel bringt diesen Tatbestand jedoch nicht zum Ausdruck. Die einzelnen Fertigungsverfahren unterscheiden sich durch eine verschiedene Kostenstruktur. Die Höhe der fixen Kosten c ist unterschiedlich, ebenso weisen die variablen Kosten eine andere Steigung bei Änderung der Erzeugnismenge auf.

Geht man davon aus, daß dem Unternehmer mehrere Fertigungsverfahren zur Wahl stehen, dann wird es seine Aufgabe sein, das für den Betrieb gewinnmaximale Fertigungsverfahren zu bestimmen. Man kann realistischere Voraussetzungen, daß die Anzahl der technologischen Verfahren für den einzelnen Betrieb genau so begrenzt ist, wie seine Möglichkeiten aufgrund seiner Marktsituation zwischen der handwerklichen Fertigung, der Werkstattfertigung, der Reihenfertigung oder der automatischen Fertigung frei zu wählen. So wird ein Unternehmer wohl selten in die Verlegenheit kommen, zwischen der handwerklichen Fertigung und der automatischen Fertigung zu wählen, wenn er seine Absatzmenge fixiert hat. Die handwerkliche Fertigung bietet Kostenvorteile, falls von einer Produktart nur eine kleine Menge erzeugt werden soll, während die automatische Fertigung der Massenfabrikation vorbehalten ist. Das geht aus den verbalen Ausführungen von Bücher hervor. Dagegen

1) Bücher, Karl, a.a.O., S. 441 ff.

2) In der Literatur haben sich besonders Kosiol (Die Beziehungen zwischen Kostengestaltung und Betriebsgröße im Warenhandel, Die Betriebswirtschaft 1930), Schäfer (Die Unternehmung 1956) und Gutenberg (a.a.O., Die Produktion 1958) mit dem Gesetz der Massenproduktion von Bücher auseinandergesetzt.

kann eine bestimmte Produktmenge sowohl in der handwerklichen Fertigung als auch in der Werkstattfertigung erstellt werden. Die Kostenvorteile des einen oder anderen Verfahrens müssen nicht unbedingt klar hervortreten. Für ein bestimmtes Produktionsintervall wird es jedoch jeweils ein Verfahren geben, das zu niedrigeren Durchschnittskosten führt als alle anderen Verfahren. Bei zunehmender Erzeugung wird der Übergang von der handwerklichen Fertigung zur Werkstattfertigung erfolgen, von dort zur Reihenfertigung und schließlich zur automatischen Fertigung, falls die technischen Voraussetzungen vorliegen. Dabei wird es bestimmte Mengen geben, die den Punkt charakterisieren, bei dem das eine Verfahren gerade noch wirtschaftlich arbeitet bzw. das andere Verfahren erst wirtschaftlich wird. Diesen Punkt bezeichnet Gutenberg als die kritische Menge.¹⁾

3. Überlegungen und Rechnungen bei der Überprüfung von Investitionsvorhaben.

Gleichgültig, ob es sich um eine Verfahrensvariation oder eine Betriebserweiterung handelt, immer muß der Unternehmer bemüht sein, seine Investitionsvorhaben kritisch zu überprüfen durch eine Investitionsrechnung. Ob er zweckmäßigerweise die Kapitalwertmethode, die interne Zinsfuß-Methode oder die Annuitätsmethode wählt, bleibt ihm überlassen. Da für diese Fälle auch die Einnahmenseite entscheidend ist, genügt eine Ausgaben- oder Kostenrechnung meistens nicht.

Bei einer näheren Betrachtung des Problems sollen drei Fälle unterschieden werden:

1. Ein neues technisches Verfahren tritt in Konkurrenz mit dem alten technischen Verfahren.

1) Gutenberg, Erich, a.a.O., Die Produktion 3. Aufl. 1957, S. 81 ff.

2. Die Erzeugung der vom Betrieb erstellten Produkte soll gesteigert werden.

3. Ein neues Produkt soll erstellt werden.

1. Ist von den Technikern ein neues technisches Verfahren¹⁾ entwickelt worden, das gegenüber dem alten Verfahren Kostenvorteile bieten soll, dann ist ein Investitionsvergleich zwischen dem angewandten und dem neuen Verfahren zweckmäßig. Die Situation ist vergleichbar mit dem Ersatz einer alten Maschine durch eine neue, nur daß statt einer alten Maschine und einer neuen zwei technische Anlagen, die sich aus den verschiedensten Aggregaten zusammensetzen, miteinander verglichen werden. Dadurch gestaltet sich die ganze Rechnung umfangreicher und schwieriger, zumal auch noch berücksichtigt werden muß, welche der vorhandenen Maschinen im Rahmen des neuen Verfahrens noch weiter benutzt werden können und wie sich in diesem Fall ihre Einnahmen- und Ausgabenreihen gestalten.

2. Soll die Erzeugung der vom Betrieb erstellten Zwischen- oder Endprodukte gesteigert werden und kann durch die zeitliche und intensitätsmäßige Anpassungsform eine Steigerung nicht erreicht werden, weil es nicht möglich bzw. unzweckmäßig ist, eine dritte Schicht einzulegen, oder die Produktionsanlagen aus technischen Gründen keine höhere Leistung mehr erbringen können, dann erweist es sich als notwendig, eine Betriebserweiterung vorzunehmen. Die Alternativen für eine Betriebserweiterung können sich nur aus der technischen Struktur des Be-

1) Anschauliche Beispiele für diese Art von Verfahrensänderungen gibt Lay. Er stellt dar, wie die Gesamtkosten verschiedener Projekte gesenkt werden konnten durch die Einführung der Schweißtechnik. Otto Lay, Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Änderung des technischen Verfahrens, ZfB 1958.

triebes ergeben, wobei die Zukunftserwartungen berücksichtigt werden müssen. Unter Umständen muß jeder Betriebsteil in anderer Form der erhöhten Ausbringung angepaßt werden, vielleicht bietet sich die Möglichkeit an, neue fertigungstechnisch-fabrikatorische Einheiten zu bilden. Für diesen Fall erweist es sich als notwendig, einen rechnerischen Vergleich zwischen den einzelnen Verfahren durchzuführen. Die Schwierigkeiten bestehen vor allem darin, einerseits eine Absatzausweitung in der Zukunft zu berücksichtigen, andererseits aber vorsichtig zu planen, um unausgenutzte Kapazitäten und damit Leerkosten zu vermeiden. Der Unternehmer muß demnach seinen Einnahmenstrom fixieren und die Ausgabenreihen der einzelnen Verfahren vergleichen. Er kann auch so vorgehen, daß er die kritischen Mengen eines Verfahrens bei gegebenem Kalkulationszinsfuß fixiert und seine Absatzserwartungen dem Ergebnis gegenüberstellt.

Grant¹⁾ weist darauf hin, daß es besonders wichtig ist, für diesen Fall alle technischen Möglichkeiten zu erkennen und nach einem wirtschaftlichen Vergleich erst die endgültige Entscheidung zu treffen, wenn eine Fehlinvestition vermieden werden soll. Er verdeutlicht das an einem Beispiel.²⁾

Ein Industriekonzern besitzt ein eigenes Kraftwerk, das Dampf erzeugt zum Heizen, zum Antrieb von Pumpen, von Luftkompressoren und von Generatoren zur Erzeugung von Elektrizität. Das Unternehmen vergrößert sich immer mehr, so daß die erzeugte Druckluft und Elektrizität den Bedarf nicht mehr deckt.

1) Grant, Eugene L., Principles of Engineering Economy, 3. Aufl., New York 1950, S. 6 ff.

2) Grant, Eugene L., a.a.O., S. 6 ff.

Der Unternehmer geht daraufhin dazu über, den zusätzlichen Bedarf an Elektrizität durch Fremdbezug zu decken und kauft außerdem einen großen elektrisch betriebenen Kompressor, um die notwendige Druckluft zu erzeugen.

Die Entscheidung erwies sich als wenig vorteilhaft. Die Kapazität des neuen Kompressors wurde nur selten voll ausgenutzt, dagegen war der Spitzenbedarf an fremdbezogenem Strom teilweise sehr hoch gegenüber dem Durchschnittsbedarf, weil die alten, eigenen Generatoren zeitweise ausfielen.

Eine Überprüfung ergab, daß es statt der vom Unternehmer gewählten Alternative zahlreiche Möglichkeiten gab, die wirtschaftlicher waren. Die Dampferzeugung hätte gesteigert werden können durch die Anschaffung einiger neuer Dampfkessel und damit wiederum hätte die Stromerzeugung vergrößert werden können, indem mit einer neuen Dampfturbine ein zusätzlicher Generator betrieben worden wäre, der wirtschaftlicher arbeitete als die alte Anlage. Andererseits hätte auch ein Dieselmotor zum Antrieb des Generators benutzt werden können. Wieder eine andere Möglichkeit bestand darin, die Pumpen und Kompressoren zu elektrifizieren, den gesamten Strombedarf durch Fremdbezug zu decken und nur während der Wintermonate für die Zentralheizung Dampf zu erzeugen.

Eine Überprüfung der gesamten Situation ergab schließlich, daß es zweckmäßig sei, einen langfristigen Plan aufzustellen, bei dem der gegenwärtige Bedarf des Unternehmens unter Berücksichtigung zukünftiger Änderungen im Produktionsbereich als Richtschnur dienen sollte. Dabei erwies sich, daß zwei Pläne wirtschaftlicher waren als alle anderen Alternativen. Das war einmal die Lösung, alle Pumpen und Kompressoren zu elektrifizieren und den gesamten Bedarf an Strom durch Fremdbezug zu decken oder aber die Lösung, das Kraftwerk zu modernisieren durch

die Anschaffung einiger Dampfturbinen.

Diese beiden Pläne wurden genau ausgearbeitet. Es galt noch die Frage zu klären, ob das Unternehmen Hochspannungsstrom kaufen sollte, den es dann in eigenen Anlagen heruntertransformierte, oder ob gleich der Strom mit der gewünschten Spannung bezogen werden sollte. Bei dem anderen Plan mußte die Anzahl der neuen Turbinen genau festgelegt werden, ihre Größe und ihr Typ und eine Entscheidung getroffen werden über die Höhe des Dampfdrucks, dessen Kenntnis wichtig ist für die Wahl der Kessel und den Verwendungszweck.

Nachdem auch die Vorteile und Nachteile der beiden Pläne erwogen worden waren, die zahlenmäßig nicht erfaßt werden konnten, entschied man sich für den ersten Plan, der die Deckung des Strombedarfs durch Fremdbezug vorsieht.

3. Steht dagegen der dritte Fall zur Diskussion, d.h. ist der Unternehmer aufgrund von Marktbeobachtungen und Marktanalysen zu der Überzeugung gelangt, daß er die Ertragslage der Unternehmung bessern kann durch die Änderung seines Produktionsprogrammes, dann steht er vor der Wahl, welches Produkt er in sein Produktionsprogramm aufnehmen soll und ob er seine Produktionstiefe oder seine Produktionsbreite erweitern soll. Bei einer Erweiterung seiner Produktionstiefe wird er dazu übergehen, früher fertig bezogene Teile selber herzustellen. Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich ist also zwischen diesen Alternativen durchzuführen. Will er dagegen ein neues Endprodukt erzeugen, dann sind die erwarteten Einnahmen und Ausgaben zu planen und Überlegungen anzustellen, ob das neue Produkt zusätzlich erstellt werden soll, oder ob dafür ein anderes Produkt mit geringer werdenden Erträgen aus dem Produktionsprogramm ausscheiden soll.

Jede Entscheidung des Unternehmers führt zu anderen Kosten und zu anderen Erträgen. Andererseits muß er auch

damit rechnen, daß sein Einnahmenstrom durch Preisbewegungen auf der Beschaffungs- und Absatzseite im Laufe der folgenden Jahre beeinflußt werden kann.

Unter der Prämisse, daß der Unternehmer zu dem Kalkulationszinsfuß beliebige Beträge leihen und ausleihen kann, läßt sich bei einem Vergleich zwischen zwei Investitionen ganz allgemein sagen, daß die Investition mit dem größeren Kapitalwert (bzw. größerem internen Zinsfuß) günstiger ist, als die andere zur Wahl stehende Investition. Die Voraussetzung, daß der Unternehmer in der Lage sein muß, zu dem Kalkulationszinsfuß jeden beliebigen Betrag leihen und ausleihen zu können, ist insofern erforderlich, weil eine größere Investition A zwar einen größeren Ertrag abwirft, die Verzinsung des eingesetzten Kapitals bei einer kleineren Investition B jedoch relativ größer sein kann. In diesem Fall kann die Investition B günstiger sein als die Investition A. Es wird nämlich nicht die Investition A mit der Investition B verglichen, sondern die Investition A 1000 DM mit der Investition B 300 DM plus Investition C 700 DM, wobei vorausgesetzt wird, daß die Investition C eine Verzinsung in Höhe des Kalkulationszinsfußes erbringt.

Daraus folgt, daß die Höhe des Kalkulationszinsfußes das Ergebnis des Investitionsvergleiches stark beeinflussen kann. Bei einem sehr hohen Kalkulationszinsfuß wird die Investition B vermutlich vorteilhafter sein als die Investition A, weil die unterlassene Investition C das Ergebnis stark beeinflußt, während ein niedrigerer Zinsfuß die Investition A vorteilhafter erscheinen läßt. Für diesen Fall könnte also das Ergebnis der Investitionsrechnung sehr problematisch sein. Der Unternehmer wird jedoch in der Mehrzahl der Fälle einen bestimmten Absatz voraussetzen, einen bestimmten Einnahmenstrom fixieren, eine bestimmte Leistung verlangen oder aber

einen bestimmten Kapitalbetrag zur Verfügung haben. Unter diesen Kriterien werden seine Wahlmöglichkeiten eingengt. Er wird sich zwar überlegen, ob es günstiger ist, zwei kleine Aggregate oder ein großes Aggregat zu kaufen, er wird aber nicht zu entscheiden haben, ob er eine Maschine zu 300 DM kaufen soll oder zu 1000 DM, da die Leistungen der Maschinen quantitativ und qualitativ sehr verschieden sein werden. Sind die Leistungen jedoch gleich und ist der höhere Preis der einen Maschine nur durch ihre längere Lebensdauer bedingt, dann liefert die Annuitätsmethode brauchbare Ergebnisse.

Schneider¹⁾ untersucht die Kriterien für die Wahl zwischen mehreren vorteilhaften Investitionen genauer und weist nach, daß bei mehreren möglichen Investitionen bei Variation der Höhe des Kalkulationszinsfußes unter Umständen jeweils eine andere Investition als günstigste Investition ermittelt werden kann. Dieses Ergebnis sollte Anlaß sein, die Höhe des Kalkulationszinsfußes mit Überlegung zu wählen.

4. Der Kapazitätserweiterungseffekt.

a. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei Konstanz der technischen Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen.

Bei der Behandlung der Betriebsgrößenvariation im Rahmen einer Dispositionslehre drängt sich unmittelbar die Frage

1) Schneider, Erich, a.a.O., S. 43 ff.

auf, inwieweit der Kapazitätserweiterungseffekt¹⁾, auch "Lohmann-Ruchti-Effekt" genannt, von den Dispositionen des Unternehmers beeinflußt wird bzw. inwieweit der Unternehmer in der Lage ist, den Kapazitätserweiterungseffekt als aktives Instrument in den Dienst der Betriebspolitik zu stellen.

aa) Zur näheren Erläuterung des Effektes soll das bekannte Beispiel²⁾ des Schiffahrtsunternehmens dienen. Dieses

-
- 1) Polak, N.J., Grundzüge der Finanzierung mit Rücksicht auf die Kreditdauer, Berlin und Wien 1926; Hasenack, W., Wesen und Arten der Selbstfinanzierung, Die Betriebswirtschaft 1931; Ruchti, Hans, Die Bedeutung der Abschreibung für den Betrieb, Berlin 1942; Lohmann, Martin, Abschreibungen, was sie sind und was sie nicht sind, Der Wirtschaftsprüfer 1949; Neubert, Helmut, Anlagenfinanzierung aus Abschreibung, ZfhF. 1951; Ruchti, Hans, Die Abschreibung, Stuttgart 1953; Forster, Karl Heinz, Finanzierung durch Abschreibung nach den Ergebnissen von D-Markbilanzen, Stuttgart 1953; Langen, H., Die Kapazitätserweiterung durch Reinvestition liquider Mittel aus Abschreibungen, ZfhF. 1953; Kosiol, Erich, Anlagenrechnung. Theorie und Praxis der Abschreibungen, Wiesbaden 1955; Schäfer, Erich, Abschreibung und Finanzierung, ZfhF. 1955; Hax, Karl, Abschreibung und Finanzierung, ZfhF. 1955; Hax, Karl, Die Substanzerhaltung der Betriebe, Köln und Opladen 1957; F.W. Hardach und Karl Hax, Der Geltungsbereich des Kapazitätserweiterungseffektes. Eine Diskussion ZfhF. 1958; Buchner, Robert, Die Möglichkeit der Kapazitätsausweitung durch laufende Reinvestition in Höhe der verdienten Abschreibungen bei Vorliegen eines geometrisch degressiven Kapazitätsverzehr und diesen deckenden Abschreibungsverlauf. Die Wirtschaftsprüfung 1959; Buchner, Robert, Das Problem der Kapazitätserweiterung durch laufende Reinvestition in Höhe des Abschreibungsaufwands, Wirtschaftsprüfung 1959; Moxter, Adolf, Der Zusammenhang zwischen Vermögensumschichtung und Kapazitätsentwicklung bei veränderlichen Leistungsabgaben von Aggregaten pro Zeiteinheit, ZfhF. 1959.
- 2) Polak, N.J., a.a.O., S. 92/93; Ruchti, Hans, a.a.O., Die Abschreibung, S. 92/93.

Unternehmen besitzt 10 Kähne mit einer vermutlichen Lebensdauer von 20 Jahren. Bei konstanten Preisen und linearer Abschreibungsmethode wird der Unternehmer 5 % der Anschaffungskosten jedes Kahnes pro Jahr abschreiben, einmal um eine Kostenverteilung vorzunehmen, zum anderen aber auch, um nach 20 Jahren, wenn sämtliche 10 Kähne verschrottet werden müssen, in der Lage zu sein, neue Kähne zu kaufen und somit das Kapital der Unternehmung zu erhalten. Unter der Voraussetzung, daß die Abschreibungen auch dem Betrieb als Einnahmen zufließen, stehen dem Betrieb am Ende des ersten Jahres 5 % der gesamten Anschaffungsausgaben von 10 Kähnen in liquider Form zur Verfügung. Kostet ein Kahn 1000 Geldeinheiten, dann beträgt die Abschreibungssumme in dem gewählten Beispiel 500 Geldeinheiten. Am Ende des zweiten Jahres stehen dem Betrieb aufgrund der Abschreibung weitere 500 Geldeinheiten zur Verfügung, und er ist jetzt in der Lage, für die insgesamt 1000 Geldeinheiten einen neuen Kahn zu erwerben. Am Anfang des dritten Jahres besitzt der Betrieb elf statt zehn Kähne. Hat jeder Kahn eine Ladefähigkeit von 3000 to, so konnte der Betrieb ohne Zufuhr neuen Kapitals seine Kapazität von 30 000 to auf 33 000 to erweitern. Da die Kapazität aufgrund der Reinvestition liquider Mittel in Form von weiteren Kähnen noch gesteigert wird, andererseits jeder zusätzliche Kahn auch zusätzliche Abschreibungsbeträge liefert, ist es möglich, die Kapazität eines Betriebes auf diese Weise zeitweilig außerordentlich zu erhöhen.

So einleuchtend dieses Beispiel auf den ersten Blick auch ist, so notwendig ist es jedoch auch, die Prämissen für dieses Beispiel klar zu erkennen und daraus die Folgerungen zu ziehen. Gleichzeitig muß eine klare Systematik angestrebt werden.

bb) Angenommen, ein Unternehmen kauft 10 Maschinen mit einer Lebensdauer von 10 Jahren und Anschaffungskosten

von insgesamt 10 000 Geldeinheiten. Werden in jedem Jahr nach der linearen Abschreibungsmethode 10 % der Anschaffungskosten, also 1 000 Geldeinheiten abgeschrieben, so ist der Unternehmer nach 10 Jahren in der Lage, mit Hilfe dieser Abschreibungsbeträge die 10 ausscheidenden Maschinen durch 10 neue zu ersetzen. Zwischenzeitlich hat er jedoch die Möglichkeit, seine liquiden Mittel zur Finanzierung im Bereich des Umlaufvermögens zu verwenden. Außerdem kann er die Beträge dazu benutzen, um weitere Maschinen anzuschaffen und die Anzahl seiner Maschinen zu erhöhen, wie folgende Tabelle zeigt:

Jahr	Anzahl der Maschinen	Abschreibung am Ende des Jahres	Zugänge am Ende d. Jahres	Abgänge am Ende d. Jahres	Restliche liquide Mittel
1	10	1 000	1	-	-
2	11	1 100	1	-	100
3	12	1 200	1	-	300
4	13	1 300	1	-	600
5	14	1 400	2	-	-
6	16	1 600	1	-	600
7	17	1 700	2	-	300
8	19	1 900	2	-	200
9	21	2 100	2	-	300
10	23	2 300	2	10	600
11	15	1 500	2	1	100
12	16	1 600	1	1	700
13	16	1 600	2	1	300
14	17	1 700	2	1	-
15	13	1 800	1	2	800

Vorausgesetzt, jede Maschine produziert pro Jahr 1000 Erzeugnisse während ihrer gesamten Nutzungsdauer, so ist der Unternehmer in der Lage, durch die Investition der Abschreibungsmittel seine Produktion in dem Umfang zu steigern, wie die Anzahl seiner Maschinen wächst. Er kann im ersten Jahr 10 000 Erzeugnisse produzieren, im zweiten Jahr 11 000 und im zehnten Jahr sogar 23 000. Am Ende des 10. Jahres sinkt die Kapazität von 23 000 Erzeugnissen auf 15 000, um im Laufe der nächsten Jahre wieder lang-

sam anzusteigen.

Der Buchwert des gesamten Maschinenparks ändert sich dagegen nicht. Das Vermögen des Betriebes bleibt konstant.

Das Auftreten des Kapazitätserweiterungseffektes hängt in diesem Modell von folgenden Prämissen ab:

1. Die Lebensdauer der Güter muß größer sein als eine Rechnungsperiode.
2. Die Kapazität der Aggregate bleibt während ihrer Nutzungsdauer konstant.
3. Die Gesamtanlage besteht aus mehreren Aggregaten.
4. Am Ende der Lebensdauer sind die Restwerte der Aggregate Null oder gleich den Verschrottungs- bzw. Abbruchkosten.
5. Die Abschreibungsbeträge fließen dem Unternehmen über den Preis zu.

cc) Statt der linearen Abschreibungsmethode wählen aber viele Betriebe die degressive Abschreibungsmethode. Es bleibt zu prüfen, wie sich der Maschinenbestand in diesem Fall verändert. Abschreibungsquote 50 %:

Jahr	Anzahl d.Ma- schinen	Buch- wert	Abschreibung am Ende des Jahres	Zugänge am Ende d.Js.	Abgänge am Ende d.Js.	Restliche liquide Mittel
1	10	10000	5000	5	-	-
2	15	10000	5000	5	-	-
3	20	10000	5000	5	-	-
4	25	10000	5000	5	-	-
5	30	10000	5000	5	-	-
6	35	10000	5000	5	-	-
7	40	10000	5000	5	-	-
8	45	10000	5000	5	-	-
9	50	10000	5000	5	-	-
10	55	10000	5000	5	10	-
11	50	10000	5000	5	5	-
12	50	10000	5000	5	5	-
13	50	10000	5000	5	5	-
14	50	10000	5000	5	5	-
15	50	10000	5000	5	5	-

Aus dem Beispiel geht hervor, daß der Kapazitätserwei-

terungseffekt durch diese Abschreibungsmethode gegenüber der linearen Abschreibungsmethode noch stärker in Erscheinung tritt. Allerdings müssen die genannten Prämissen aufrechterhalten werden. Bei einer Abschreibungsquote von 50 % verfünffacht sich die Anzahl der Maschinen, bei einer Abschreibungsquote von 30 % bzw. 40 % verdreifacht bzw. vervierfacht sich der Bestand und damit die Kapazität.

Eine Vergrößerung der Kapazität tritt auch dann ein, wenn statt völlig gleichartigen Maschinen, solche von verschiedener Größe oder verschiedener Leistungsart mit Hilfe der Abschreibungsbeträge angeschafft werden. Dann ist jedoch der Kapazitätserweiterungseffekt nicht mehr am Maschinenbestand meßbar. Die Kapazität muß mit Leistungseinheiten gemessen werden. Nur zur Vereinfachung ist in den beiden Beispielen vorausgesetzt worden, daß die gleichen Maschinen wiederum beschafft werden. Es handelt sich hier nicht um eine Prämisse für das Auftreten des Kapazitätserweiterungseffektes.¹⁾

dd) Aus den Beispielen geht hervor, daß der endgültige Erweiterungseffekt sich erst nach mehreren Jahren einpendelt und je nach Anschaffungskosten, Abschreibungsmethode und Nutzungsdauer verschieden groß ist. Grundsätzlich wird die Gesamtkapazität durch zwei sich gegensätzlich verhaltende Faktoren beeinflusst, nämlich die Bewegung der Jahreszugänge und der Jahresabgänge. Reichen die Abschreibungen gerade aus, um die ausscheidenden Anlagen zu decken, ist das Gleichgewicht erreicht. Im Gleichgewichtspunkt verteilen sich die vorhandenen Anlagen gleichmäßig auf alle Altersstufen.

Es soll nun versucht werden, die Gesetzmäßigkeit aufzu-

1) Hardach, F.W., Hax, Karl, Der Geltungsbereich des Kapazitätserweiterungseffektes. Eine Diskussion ZfhF. 1958.

zeigen, die zwischen den Anschaffungskosten, der Abschreibungsmethode, der Nutzungsdauer und dem Gleichgewichtszustand besteht. Bei linearer Abschreibungsmethode ist der Bestand an Maschinen im Gleichgewichtszustand im Idealfall doppelt so groß wie der Anfangsbestand. Schäfer erklärt diese Tatsache damit, daß die Umschlagsdauer des in eine Anlage investierten Kapitals bei linearer Abschreibung halb so groß ist wie die Nutzungsdauer der Anlage.¹⁾ Der Buchwert der Anlage sinkt proportional mit zunehmendem Alter. Am Anfang des ersten Jahres ist der Buchwert der Anlage gleich den Anschaffungskosten, am Ende des letzten Jahres gleich Null. Daraus folgt, daß die durchschnittliche Kapitalbindung bei einer Anlage während ihrer gesamten Lebensdauer nur halb so groß ist, wie die Anschaffungskosten. Daraus folgt aber auch, daß für fünf neue Maschinen mit einer Nutzungsdauer von 5 Jahren ebensoviel Kapital erforderlich ist wie für zehn Maschinen, von denen zwei im ersten Jahr genutzt werden, zwei im zweiten, zwei im dritten, zwei im vierten und zwei im fünften Jahr. Die fünf neuen Maschinen sollen 5000 Geldeinheiten kosten, während der durchschnittliche Buchwert für die zwei Maschinen, die im ersten Jahr arbeiten, 1800 Geldeinheiten beträgt und für die anderen Maschinenpaare entsprechend ihrem Alter 1400, 1000, 600, 200 Geldeinheiten, insgesamt auch 5000 Geldeinheiten. Der Kapazitätserweiterungseffekt ist dann geringer, wenn angenommen wird, daß die Freisetzung der Kapitalbeträge jeweils erst am Ende des Jahres erfolgt und auch erst in dem Augenblick die neuen Maschinen beschafft werden können. Hinzu kommt noch, daß die Mittel

1) Schäfer, Erich, Abschreibung und Finanzierung, Zur Finanzierungsfunktion der Abschreibungen zum Lohmann-Ruchti-Effekt, ZfhF. 1955.

aus Abschreibungen nicht immer vollständig sofort wieder investiert werden können, so daß oftmals ein Rest liquider Mittel am Ende des Jahres übrig bleibt, da er kleiner ist, als die Anschaffungskosten für eine neue Maschine.

Unter der Voraussetzung, daß die Abschreibungsbeträge erst am Ende des Jahres frei werden, berechnet sich die durchschnittliche Kapitalbindungsdauer formelmäßig mit Hilfe der algebraischen Reihe. Bei fünfjähriger Nutzungsdauer der Anlagen beträgt die durchschnittliche Dauer der Kapitalbindung¹⁾

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} + \frac{3}{5} + \frac{4}{5} + \frac{5}{5} = 3 \text{ Jahre.}$$

Das erste Fünftel ist nur ein Jahr gebunden, das zweite Fünftel zwei Jahre usw. Das Verhältnis von Kapitalnutzungsdauer zu der durchschnittlichen Kapitalbindungsdauer ist in diesem Fall 5 : 3 im Gegensatz zu dem Beispiel, bei dem kontinuierliche Freisetzung und Reinvestition vorausgesetzt wurde und daher das Verhältnis 2 : 1 betrug. Daraus folgt, daß in dem letzten Beispiel auch nur eine Vergrößerung der Kapazität auf das $1\frac{2}{3}$ -fache erfolgen kann und nicht eine Verdoppelung. Da der Erweiterungsmultiplikator sich aus dem Verhältnis von Kapitalnutzungsdauer zu durchschnittlicher Kapitalbindungsdauer ergibt, die durchschnittliche Kapitalbindungsdauer aber bei linearer Abschreibung gleich der Summe der algebraischen Reihe

$$s = \frac{1}{n} + \frac{2}{n} + \dots + \frac{n}{n}$$
$$s = \frac{n \left(1 + \frac{1}{n} \right)}{2}$$

ist, wobei (n) die Kapitalnutzungsdauer angibt, läßt

1) Hax, Karl, Die Substanzerhaltung der Betriebe, Köln und Opladen 1957, S. 235.

sich der Erweiterungsmultiplikator (m) auch nach folgender Formel berechnen:

$$m = \frac{2}{1 + \frac{1}{n}}$$

Die exakte Formel für die Ermittlung des Erweiterungsmultiplikators bei geometrisch degressiver Abschreibungsmethode lautet:

$$m = n \frac{\frac{p}{100}}{1 - \left(1 - \frac{p}{100}\right)^n}$$

Da mit wachsendem p und wachsendem n der Ausdruck

$$\left(1 - \frac{p}{100}\right)^n$$

sich dem Wert Null nähert, kann der Kapazitätserweiterungseffekt in vielen praktischen Fällen mit ausreichender Genauigkeit nach folgender vereinfachter Formel berechnet werden:

$$m = n \frac{p}{100}$$

Zwei Beispiele sollen diese Aussage verdeutlichen:

- 1) Abschreibungssatz 50 %, Nutzungsdauer 10 Jahre.
Der Kapazitätserweiterungseffekt, berechnet nach der exakten Formel, beträgt (m) gleich 5,0043.
Nach der vereinfachten Formel ist (m) gleich 5,0000.
- 2) Abschreibungssatz 30 %, Nutzungsdauer 7 Jahre.
Die entsprechenden Werte für (m) lauten 2,10045 und 2,10000.

- b. Klärung des Kapazitätserweiterungseffektes durch kritische Prüfung der Prämissen des theoretischen Modells und analytische Betrachtung der Abschreibungsquote.

Um den Kapazitätserweiterungseffekt voll zu erfassen, ist es notwendig, seine Ursachen zu erkennen und die Prämissen zu prüfen. Erst dann ist es möglich zu beurteilen, inwieweit der Unternehmer bei seinen Dispositionen den Kapazitätserweiterungseffekt in Rechnung stellen kann und darf. In diesem Zusammenhang interessieren die Ursachen, die zu einer Wertminderung der Gegenstände des Anlagevermögens führen können und somit die Höhe der Abschreibungsquote bestimmen.

Heinen nennt folgende Abschreibungsursachen:¹⁾

- a) Abnutzung durch Gebrauch (technischer Verschleiß)
- b) Entwertung durch Substanzminderung
- c) Natürlicher Verschleiß im Zeitablauf (ruhender Verschleiß)
- d) Entwertung durch Fristablauf
- e) Entwertung durch technischen Fortschritt
- f) Entwertung durch Bedarfsverschiebung im Markt
- g) Katastrophenverschleiß
- h) Wertminderung durch Fallen der Preise
- i) Fehlinvestitionen
- j) Geschäftspolitische Gründe.

Die Entwertung durch Substanzminderung und die Entwertung durch Fristablauf haben im Rahmen dieser Arbeit als Abschreibungsursache keine Bedeutung.

"Im allgemeinen wird der Katastrophenverschleiß heute bei der Abschreibungsbemessung (Normalabschreibung) nicht mehr berücksichtigt. Die Betriebe treffen gegen Wertverluste dieser Art Vorsorge durch Abschluß von

1) Heinen, E., Handelsbilanzen, Wiesbaden 1958, S. 100.

Versicherungen oder durch Bildung von Wagnisrückstellungen. Reichen die Vorsorgemaßnahmen im konkreten Fall nicht zur Abdeckung der Verluste aus, so wird der ungedeckte Rest in einer Sonderabschreibung erfaßt".¹⁾

Die übrigen Abschreibungsursachen lassen sich grob gesprochen in zwei Gruppen einteilen. Zu der ersten Gruppe gehören die nutzungsbedingten Abschreibungen, deren Höhe sich aus der technischen Lebensdauer des Aggregates ergibt und die erforderlich sind, weil die Kapazität, d.h. die Leistungsmöglichkeit der Anlage sinkt. Der Leistungsrückgang kann sich quantitativ oder qualitativ auswirken, entweder es geht die Zahl der erzeugten Produkte zurück oder ihre Qualität. Durch laufende Pflege und Instandhaltungsmaßnahmen versucht man diesem Leistungsrückgang entgegenzuarbeiten. Wirtschaftlichkeitsvergleiche müssen Auskunft darüber geben, wann eine Großreparatur sich nicht mehr lohnt und als unwirtschaftlich abgelehnt werden muß. Erweist sich eine Großreparatur jedoch als wirtschaftlich, dann führt sie zu einer Verlängerung der ursprünglich geschätzten Lebensdauer, buchtechnisch zu einer Aktivierung der Reparaturkosten.

Die zweite Gruppe der Abschreibungen, deren Höhe sich aus der Differenz zwischen wirtschaftlicher und technischer Lebensdauer eines Aggregates ergibt, ist nicht nutzungsabhängig sondern zeitabhängig. Diese Abschreibung findet ihre Ursache im technischen Fortschritt, Fehlinvestitionen und Nachfrageänderungen, bedingt z.B. durch modische Einflüsse. Sie ist unabhängig von der technischen Leistung des Aggregates in quantitativer und qualitativer Hinsicht, sie bezieht sich vielmehr auf die wirtschaftliche Leistung. Die Leistung eines

1) Heinen, E., Handelsbilanzen, Wiesbaden 1958, S. 102.

Aggregates ist aber nur dann wirtschaftlich, wenn sie am Markt mit Gewinn abgesetzt werden kann. Denn ebenso wie ein Rückgang der technischen Leistung den Einnahmenstrom des Unternehmens vermindert, geht von einem Rückgang der wirtschaftlichen Leistung die gleiche Wirkung aus.

Es sind demnach folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Die wirtschaftliche und die technische Leistung eines Aggregates sind konstant.
2. Die wirtschaftliche Leistung ist konstant, die technische Leistung sinkt.
3. Die wirtschaftliche Leistung sinkt, die technische Leistung ist konstant.
4. Die wirtschaftliche und die technische Leistung eines Aggregates sinken.

1. Der erste Fall ist der Idealfall für den Kapazitätserweiterungseffekt. Während der ganzen Nutzungsdauer bleibt die wirtschaftliche und technische Leistung des Aggregates konstant, man fragt sich nur, worauf es zurückzuführen ist, daß dieser Zustand plötzlich endet, nämlich mit der Lebensdauer des Aggregates. Für größere Produktionsanlagen läßt sich hier kaum ein praktisches Beispiel nennen, da immer mit Instandhaltungskosten und Reparaturen gerechnet werden muß. Das typische Beispiel hierfür ist die elektrische Birne. Ihre Lebensdauer ist rein technisch bestimmt, so daß technische und wirtschaftliche Lebensdauer in diesem Fall gleich sind.¹⁾

1) Im Gegensatz dazu: Churchmann-Ackoff-Arnoff, Introduction to Operations Research, New York u. London 1957, S. 491 ff. Hier wird die Ansicht vertreten, daß auch bei der elektrischen Birne die wirtschaftliche Lebensdauer kürzer sein kann als die technische. Das wäre dann der Fall, wenn sich aufgrund von Kostenuntersuchungen herausstellen würde, daß ein Ersatz sämtlicher Birnen zu einem bestimmten Zeitpunkt kostengünstiger ist als jeweils am Ende der technischen Lebensdauer der einzelnen Birne.

2. Bei konstanter wirtschaftlicher Leistung und sinkender technischer Leistung tritt der Kapazitätserweiterungseffekt nur dann auf, wenn der Leistungsrückgang langsamer erfolgt als die Leistungszunahme durch Reinvestition der Abschreibungsbeträge. Der Fall kann dann vorliegen, wenn der Unternehmer sich der geometrisch-degressiven Abschreibungsmethode bedient, während die Leistung proportional zur Lebensdauer abnimmt. In diesem Fall liegt jedoch kein echter Kapazitätserweiterungseffekt vor. Die Abschreibung ist in den ersten Jahren zu hoch und hat nur zum Teil Kostencharakter. Der restliche Teil ist Gewinn. Daß eine Kapazitätserweiterung durch Zuführung neuen Kapitals möglich ist, ist bekannt. Ist es jedoch in den letzten Jahren, wenn die Abschreibungsquoten immer kleiner werden, nicht möglich, zusätzliche Mittel zu investieren, so wird der Kapazitätserweiterungseffekt wieder rückgängig gemacht.

3. Sinkt die wirtschaftliche Leistung eines Aggregates, während die technische Leistung konstant bleibt, dann geht entweder der Absatz zurück oder die Reparaturen steigen. Auf jeden Fall erhöhen sich die Selbstkosten pro Stück, bei Absatzrückgang durch den erhöhten Fixkostenanteil pro Stück, andernfalls durch die Reparaturkosten. Solange der Preis über den Selbstkosten liegt und damit die Abschreibungsbeträge dem Unternehmen zufließen, ist es möglich, mit Hilfe dieser Beträge die Kapazität des Betriebes zu erweitern. Bei einem Absatzrückgang wäre das jedoch sinnlos. Es erweist sich vielmehr als notwendig, neue Produkte auf den Markt zu bringen und sich der Marktentwicklung anzupassen. Anpassungen dieser Art stellen oft keine langfristigen sondern kurzfristige mutative Prozesse dar. Die Folge davon ist, daß die Lebensdauer einiger Aggregate vorzeitig beendet ist, d.h. daß ihre Anschaffungskosten nicht vollständig durch die Abschreibungen gedeckt werden konnten, die

Produktion während der Umstellung ganz oder teilweise stillliegt und statt einer Kapazitätserweiterung eine Kapazitätsumstellung erfolgt. Anpassungsprozesse dieser Art sind in manchen Industriezweigen häufig. Sie erfordern hohe Ausgaben, und nicht jedes neue Produkt erweist sich als ertragreich. Die Voraussetzungen für den Kapazitätserweiterungseffekt sind zwar gegeben, das Gleichgewicht kann sich wegen der dauernden Anpassungsprozesse aber nicht einpendeln. Außerdem wird sich in vielen Fällen eine Rückzahlung des Fremdkapitals als wirtschaftlicher erweisen als eine Vergrößerung der Kapazität. Besteht nicht die Möglichkeit einer additiven Betriebsgrößenerweiterung, dann kann eine Kapazitätserweiterung leicht zu Disproportionalitäten im Betriebsablauf führen.

Abgesehen von diesen Einwänden, die letztlich eine tragende Kritik darstellen und die Verifizierbarkeit des theoretischen Modells in Frage stellen, ist unter den genannten Voraussetzungen - absatzmäßig bedingte sinkende wirtschaftliche Leistung, konstante technische Leistung - das Wirksamwerden des Kapazitätserweiterungseffektes in der Praxis noch am ehesten denkbar. Ist die Ertragslage eines Unternehmens gut, so daß dem technischen Fortschritt durch schnelle Erneuerung des Maschinenparks Rechnung getragen werden kann, dann ist ein Sinken der technischen Leistung kaum zu beobachten. Lebensdauer und Abschreibungsquoten werden nur vom technischen Fortschritt bestimmt. Die hereinkommenden Abschreibungsbeiträge werden sofort zur Anschaffung neuer und besserer Maschinen verwandt, die eine quantitativ und qualitativ bessere Leistung hervorbringen. Bemessungsgrundlage für die Abschreibung ist die wirtschaftliche Lebensdauer, die für diesen Fall wesentlich kürzer ist als die technische Lebensdauer.

Die wirtschaftliche Leistung eines Aggregates kann aber auch durch Instandhaltungskosten beeinträchtigt werden.

Diese Kosten werden die Tendenz haben, mit zunehmendem Alter einer Maschine zu steigen. Besitzt ein Unternehmen einen relativ alten Maschinenpark, so werden die Reparaturen eine große Bedeutung in der Ausgabenrechnung haben. Die Selbstkosten werden steigen, der Stückgewinn sinken. In diesem Fall muß ein Teil der liquiden Mittel für Reparaturen aufgewandt werden zur Erhaltung der Kapazität statt zur Erweiterung der Kapazität.

4. Eine sinkende technische und wirtschaftliche Leistung im Laufe der wirtschaftlichen Lebensdauer kann als der Normalfall in der betrieblichen Praxis angesehen werden. Die Abschreibungsbeträge aufgrund sinkender wirtschaftlicher Leistungen können, falls eine sofortige Reinvestition erfolgt, zur Kapazitätserweiterung führen. Da mit einer Kapazitätserweiterung gleichzeitig eine Vergrößerung des Umlaufvermögens erfolgen muß, kann entweder der Kapazitätserweiterungseffekt nur in geringem Maße wirksam werden, da die liquiden Mittel aus Abschreibungen teilweise dem Umlaufvermögen zufließen, oder aber das zusätzliche Umlaufvermögen muß durch Kredit beschafft werden.

Im übrigen sind auf dieses Beispiel die vorangehenden Ausführungen analog anzuwenden.

Auf die Fälle näher einzugehen, bei denen die Abschreibungen nicht nur Kosten- sondern auch Gewinnanteile umfassen, erübrigt sich. Es tritt dann keine Verstärkung des Kapazitätserweiterungseffektes auf, sondern nur eine Kapazitätserweiterung durch Selbstfinanzierung. Das kann z.B. dann der Fall sein, wenn als Bemessungsgrundlage für die Abschreibung eine kürzere Lebensdauer gewählt wird als effektiv gegeben ist und dann die Anlage während ihrer Lebensdauer kalkulatorisch zwei oder gar dreimal abgeschrieben wird.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die praktische Bedeutung des Kapazitätserweiterungseffektes für eine Unternehmung davon abhängt, inwieweit die Voraussetzungen für seine Realisierung erfüllt sind. Die wichtigste Voraussetzung, die erfüllt sein muß, ist - abgesehen davon, daß die Abschreibungsbeträge dem Unternehmen auch zufließen müssen - die, daß die Leistung der Aggregate konstant bleibt oder in geringerem Umfang abnimmt als der Abschreibung entspricht. Diese Prämissen sind nun eingehend zu untersuchen und zu klären.

c. Der Kapazitätserweiterungseffekt bei Abnahme der technischen Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen.

aa) Die von Hax und Kosiol¹⁾ dargestellte Formel zur Berechnung des Erweiterungsmultiplikators ist nur dann anwendbar, wenn die Höhe der Abschreibungsquote während der Lebensdauer einer Anlage konstant bleibt. Sie setzt die lineare Abschreibungsmethode und die Konstanz der Leistung voraus und lautet:

$$m = \frac{n}{\frac{n+1}{2}}$$

n stellt die Lebensdauer der einzelnen Maschine dar. Für den Fall, daß die Kapazität der Maschine in jeder Periode kleiner wird und die Abschreibungsquote nach der Abnahme der Totalkapazität²⁾ berechnet wird, hat Moxter³⁾ folgende Formel zur Berechnung des Erweiterungsmultiplikators

1) Hax, Karl, a.a.O., S.235; Kosiol, Erich, a.a.O., S.129; Neubert, Helmut, a.a.O., S. 373.

2) Die Begriffe Totalkapazität und Periodenkapazität sind von Neubert geprägt worden. Der Begriff der Totalkapazität bezieht sich auf die gesamte Lebensdauer einer Anlage und der Begriff der Periodenkapazität auf die Rechnungsperiode. Die Summe der Periodenkapazitäten einer Maschine ist gleich ihrer Totalkapazität. Beträgt die Periodenkapazität eines Aggregates im 1.Jahr 40, im 2.Jahr 30 und im 3.Jahr wiederum 30, dann ist seine Totalkapazität 100.

3) Moxter, Adolf, a.a.O., ZfhF. 1959 S. 464.

abgeleitet:

$$m = \frac{A}{\frac{l_1 + 2 l_2 + 3 l_3 \dots}{A} \cdot l_1}$$

Erweiterungsmultiplikator

$$= \frac{\text{Anschaffungswert}}{\text{Kapitalbindungsdauer} \cdot \text{Erstjahresleistung.}}$$

Durch Multiplikation der Erstjahresleistung also der Kapazität der ersten Periode mit dem Erweiterungsmultiplikator ergibt sich die Gleichgewichtskapazität. l_1 , l_2 , l_3 sind die Abschreibungsbeträge am Ende der 1., 2. und 3. Periode. A ist der Anschaffungswert des einzelnen Aggregates und entspricht gleichzeitig der Totalkapazität.

bb) Während bisher nur die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Abschreibungsmethoden und konstanter Periodenkapazität zur Diskussion standen, soll nun der Kapazitätserweiterungseffekt untersucht werden, wenn die Periodenkapazität fällt. Moxter¹⁾ setzt jedoch die Prämisse, daß die Abschreibungsquote nach der Abnahme der Totalkapazität bemessen werden soll. Der Buchwert der Maschinen entspricht unter dieser Voraussetzung in etwa ihrem Ertragswert. Der genaue Ertragswert ist kleiner, da er sich aus den abgezinsten Periodenwerten ergibt.

Buchwert und Totalkapazität, Abschreibungen und Periodenkapazitäten stehen durch diese Prämisse in einem festen Verhältnis zueinander. Da der Kapazitätsbegriff in diesem Zusammenhang nur monetär faßbar ist, werden aus Vereinfachungsgründen die monetären Größen Buchwert und Totalkapazität einerseits und Abschreibung und Periodenkapazität andererseits als gleich vorausgesetzt.

1) Moxter, Adolf, a.a.O., ZfhF. 1959.

Eine konstante Totalkapazität ist für eine einzelne Maschine nicht denkbar. Ihre Lebensdauer ist begrenzt und somit auch ihre Totalkapazität. Die Totalkapazität kann jedoch proportional, degressiv oder vollkommen willkürlich im Verhältnis zur Lebensdauer sinken. Die Periodenkapazität kann dagegen während der gesamten Lebensdauer konstant bleiben, proportional zur Lebensdauer fallen, degressiv oder auch vollkommen willkürlich.

Es sind also folgende Fälle zu unterscheiden und näher zu untersuchen:

1. Die Periodenkapazität der Anlage bleibt während ihrer gesamten Lebensdauer konstant, folglich fällt die Totalkapazität proportional.

Zahlenbeispiel:

	<u>1.Jahr</u>	<u>2.Jahr</u>	<u>3.Jahr</u>	<u>4.Jahr</u>	<u>5.Jahr</u>
Periodenkapazität	100	100	100	100	100
Totalkapazität	500	400	300	200	100

2. Die Periodenkapazität der Anlage sinkt proportional mit der Lebensdauer der Anlage. Die Totalkapazität fällt degressiv.

Zahlenbeispiel:

	<u>1.Jahr</u>	<u>2.Jahr</u>	<u>3.Jahr</u>	<u>4.Jahr</u>	<u>5.Jahr</u>
Periodenkapazität	500	400	300	200	100
Totalkapazität	1500	1000	600	300	100

3. Die Periodenkapazität sinkt gleichmäßig degressiv mit der Lebensdauer der Anlage. Die Totalkapazität fällt degressiv.

Zahlenbeispiel:

	<u>1.Jahr</u>	<u>2.Jahr</u>	<u>3.Jahr</u>	<u>4.Jahr</u>	<u>5.Jahr</u>
Periodenkapazität	640	320	160	80	40
Totalkapazität	1240	600	280	120	40

4. Außerdem wäre noch der Fall denkbar, daß die Periodenkapazität einer Maschine vollkommen unregelmäßig ver-

läuft. Sie fällt und steigt während ihrer gesamten Lebensdauer oder fällt mal schwächer und mal stärker oder verläuft teilweise konstant.

Zahlenbeispiel:

	<u>1. Jahr</u>	<u>2. Jahr</u>	<u>3. Jahr</u>	<u>4. Jahr</u>	<u>5. Jahr</u>
Periodenkapazität	100	80	50	50	20
Totalkapazität	280	180	100	50	20

Unter der Voraussetzung, daß die Abschreibung in jedem Jahr so groß sein soll wie die Abnahme der Totalkapazität, kann man die Abschreibung nach der Periodenkapazität bemessen. Daraus folgt, daß bei konstanter Periodenkapazität (Fall 1) die lineare Abschreibungsmethode angewandt wird, bei proportionalem Verlauf der Periodenkapazität (Fall 2) die arithmetisch-degressive Abschreibungsmethode, bei regelmäßig degressivem Verlauf der Periodenkapazität (Fall 3) die geometrisch-degressive Abschreibungsmethode und bei vollkommen unregelmäßigem Verlauf der Periodenkapazität (Fall 4) eine individuelle Bemessung der Abschreibungsquoten erforderlich ist.

Folgende Beispiele sollen die Höhe des Kapazitätserweiterungseffektes zeigen:

1. Beispiel:

Länge der Lebensdauer n	5
Periodenkapazität der Erstausrüstung	500
Totalkapazität	2 500

$$\text{Multiplikator } m = \frac{n}{\frac{n+1}{2}} \quad m = \frac{5}{3}$$

Gleichgewichtsperiodenkapazität:

$$\frac{5}{3} \cdot 500 = 833,33.$$

2. Beispiel:

Periodenkapazität der Erstausrüstung

im 1. Jahr l_1	500
im 2. Jahr l_2	400
im 3. Jahr l_3	300
im 4. Jahr l_4	200
im 5. Jahr l_5	100
Totalkapazität A	1500

$$\text{Multiplikator } m = \frac{A}{\frac{l_1+2}{1} \frac{l_2+3}{2} \frac{l_3+4}{3} \frac{l_4+5}{4} \frac{l_5}{5} \cdot l_1}$$

$$m = \frac{1 \cdot 500}{\frac{500+800+900+800+500}{1 \cdot 500} \cdot 500}$$

$$m = \frac{9}{7}$$

$$\text{Gleichgewichtsperiodenkapazität } 500 \cdot \frac{9}{7} = 642,86$$

3. Beispiel:

Periodenkapazität der Erstausrüstung

im 1. Jahr l_1	640
im 2. Jahr l_2	320
im 3. Jahr l_3	160
im 4. Jahr l_4	80
im 5. Jahr l_5	40
Totalkapazität	1240

$$\text{Multiplikator } m = \frac{A}{\frac{l_1+2}{1} \frac{l_2+3}{2} \frac{l_3+4}{3} \frac{l_4+5}{4} \frac{l_5}{5} \cdot l_1}$$

$$m = \frac{1240}{\frac{640+640+480+320+200}{1240} \cdot 640} = \frac{1240 \cdot 1240}{2280 \cdot 640} = \frac{961}{912} = 1,0537$$

$$\text{Gleichgewichtsperiodenkapazität } 640 \cdot 1,0537 = 674,368$$

4. Beispiel:

Periodenkapazität der Erstausrüstung

im 1. Jahr 100

im 2. Jahr 80

im 3. Jahr 50

im 4. Jahr 30

im 5. Jahr 20

Totalkapazität 280

$$\text{Multiplikator } m = \frac{A}{\frac{l_1+2 \quad l_2+3 \quad l_3+4 \quad l_4+5 \quad l_5}{A} \cdot l_1}$$

$$m = \frac{280}{\frac{100+160+150+120+100}{280} \cdot 100}$$

$$m = 1,244$$

$$\text{Gleichgewichtsperiodenkapazität } 100 \cdot 1,244 = 124,4$$

Aus den Beispielen geht hervor, daß bei konstanter Periodenkapazität, also konstanter Leistung der Maschine, der Kapazitätserweiterungseffekt am größten ist. Es wird in diesem Fall Kapital am Ende jeder Periode freigesetzt, ohne daß sich an der Leistung des Aggregates etwas ändert. Das freigesetzte Kapital kann wieder investiert werden und bringt in der nächsten Periode eine zusätzliche Leistung hervor. Sinkt dagegen die Leistung eines Aggregates, dann kann das freigesetzte Kapital bei Reinvestition nur in soweit die Gesamtperiodenkapazität erweitern, als es nicht erforderlich ist zur Ergänzung der gesunkenen Periodenkapazität. In bezug auf die Periodenkapazität liegt in diesem Fall eine Ersatz- und eventuell auch noch eine Erweiterungsinvestition vor. In dem zweiten Beispiel sind am Ende des 1. Jahres 300 Einheiten der Abschreibungssumme von insgesamt 500 erforderlich, um im nächsten Jahr wiederum eine Periodenkapazität von 500 zu erhalten.

Nur die restlichen 200 Einheiten können zur Kapazitätserweiterung dienen. Werden nämlich 300 Einheiten investiert, dann ergeben diese 300 Einheiten im 1. Jahr eine Periodenleistung von 100, im 2. Jahr von 80 und in den folgenden Jahren von 60, 40 und 20.

Im dritten Beispiel kann keine Erweiterung der Periodenkapazität erfolgen, da bei Reinvestition von 640 Einheiten die Periodenkapazität im nächsten Jahr nur um gerade 320 zunimmt, also der Leistungsrückgang kompensiert wird. Die im Beispiel ermittelte geringe Kapazitätzunahme ist lediglich darauf zurückzuführen, daß die Degression nicht vollständig auslaufen kann, sondern am Ende der Lebensdauer der verbleibende Restwert abgeschrieben und reinvestiert wird. Bisher war immer vorausgesetzt worden, daß der Restwert gleich den Abbruch- bzw. Verschrottungskosten ist.¹⁾

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Kapazitätserweiterungseffekt immer dann eintritt, wenn mit Hilfe des reinvestierten Abschreibungsbetrages ein Leistungspotential oder anders formuliert eine Totalkapazität geschaffen werden kann, deren Periodenkapazität im nächsten Jahr größer ist als die Periodenkapazitätsminderung im Vergleich zum vorangehenden Jahr.

Dieser Satz gilt auch dann, wenn die Periodenkapazitäten während der Lebensdauer der Anlage vollkommen unregelmäßig fallen, z.B. bei einer Totalkapazität von 100 im 1. Jahr 50, im 2. Jahr 25 und im dritten Jahr ebenfalls 25 betragen. Am Ende des 1. Jahres sinkt die Periodenkapazität auf 25 und der Abschreibungsbetrag reicht gerade dazu aus, um eine zusätzliche Leistung von 25 zu

1) Diese Zusammenhänge werden deutlich herausgearbeitet von Buchner, Robert, a.a.O., S. 126 ff.

erzeugen. Im 3. Jahr tritt dann der Kapazitätserweiterungseffekt ein. Die Leistung der Erstinvestition bleibt im 3. Jahr konstant auf 25, die Periodenkapazität der Investition am Anfang des 2. Jahres sinkt auf 12,5, die Neuinvestition erhöht jedoch die Periodenkapazität um 25 auf insgesamt 62,5.

Leistungsverläufe d. Jahre	1	2	3	4	5	6
Erstausstattung	$\frac{50}{50}$	25	25			
1. Neuausstattung		$\frac{25}{50}$	12,5	12,5		
2. Neuausstattung			$\frac{25}{62,5}$	12,5	12,5	
3. Neuausstattung				$\frac{31,25}{56,25}$	15,625	15,625

Der Kapazitätserweiterungseffekt ist auf die konstante Leistung der Maschine im 2. und 3. Jahr zurückzuführen. Die Kapazität beträgt im Gleichgewichtszustand 57,15.¹⁾

Moxter arbeitet mit einem anderen Leistungsbegriff als Hax, Hardach und Kosiol.²⁾ Deshalb kommt er auch zu abweichenden Aussagen. Für ihn ist die Leistung einer Maschine gleich der Summe der erzeugten Produkte während ihrer gesamten Lebensdauer. Sein Begriff ist zeitraumbezogen, der andere Leistungsbegriff dagegen zeitpunktbezogen. Nach dem Leistungsbegriff von Moxter kann die Leistung einer Anlage mit begrenzter Lebensdauer niemals

1) Moxter, Karl, a.a.O., ZfhF. 1959, S. 468 und S.470 f.

2) Hardach, F.W., und Hax, Karl, a.a.O., ZfhF. 1958; Kosiol, Erich, a.a.O.

konstant sein. Produziert eine Maschine während ihrer fünfjährigen Lebensdauer jedes Jahr 100 Produkteinheiten, dann sprechen Hax, Kosiol usw. von einer konstanten Leistung der Maschine. Nach Moxter liegt eine gleichmäßige Leistungsabnahme der Maschine um jährlich 100 vor.

Moxter hält eine Abschreibung nach Maßgabe der Leistungsabnahme dann für gegeben, wenn bei einer Totalkapazität von 100 und Periodenkapazitäten von 40, 30, 30 im 1. Jahr 40 %, im 2. und 3. Jahr je 30 % von den Anschaffungskosten abgeschrieben werden. Nach Hax und Kosiol liegt jedoch lediglich eine Leistungsabnahme der Maschine am Ende des ersten Jahres vor.

Verwenden wir weiter den Leistungsbegriff von Kosiol, Hax und Hardach, dann kann auch die Behauptung aufrechterhalten werden, daß der Kapazitätserweiterungseffekt nur dann eintritt, wenn die Leistung eines Aggregates während seiner Lebensdauer konstant bleibt oder in geringerem Umfang abnimmt, als der Leistungszunahme durch den reinvestierten Abschreibungsbetrag entspricht. Moxter untersucht nach dieser Terminologie nicht die Zusammenhänge zwischen Leistungsverlauf und Kapazitätserweiterungseffekt bei Identität von Abschreibungs- und Leistungsverlauf sondern bei Identität von Abschreibungs- und Periodenkapazitätsverlauf des einzelnen Aggregates.

Buchner¹⁾, der sich unabhängig von Moxter eingehend mit dem Zusammenhang beschäftigt hat, der zwischen Abschreibung und Kapazitätserweiterungseffekt besteht unter der Voraussetzung, daß die Abschreibungsquoten in jedem Jahr mit den Periodenkapazitäten übereinstimmen, kommt bei seinen Untersuchungen zu den gleichen Ergebnissen. Darüber

1) Buchner, Robert, a.a.O., S. 237 ff.

hinaus erörtert er noch, wie die Gesamttotalkapazität durch die Abschreibungsmethode beeinflussbar ist. Entsprechen die Abschreibungsbeträge der Abnahme der Totalkapazität einer Maschine, dann ist es nicht möglich, die Totalkapazität zu vergrößern oder zu verkleinern. Wird jedoch ein Teil der Abschreibungsbeträge vorweggenommen, was in dem Augenblick einer Kapitalzufuhr gleichkommt, dann erfolgt für das nächste Jahr eine Vergrößerung der Gesamttotalkapazität.¹⁾ Der Gleichgewichtspunkt wird bestimmt von der Gesamttotalkapazität der Anfangsinvestition und von dem Verhältnis aus mittlerer Nutzungs- und mittlerer Kapitalbindungsdauer. Ist das Verhältnis von mittlerer Nutzungsdauer und mittlerer Kapitalbindungsdauer größer als 1, dann erfolgt eine Vergrößerung der Gesamttotalkapazität gegenüber der Erstinvestition.

d. Schlußbetrachtung.

In den vorangegangenen Kapiteln sind Ursachen und Wirkungen, Prämissen und Schlußfolgerungen zum Fragenkomplex Kapazitätserweiterungseffekt dargestellt, erörtert und kritisiert worden. Offen ist noch die Frage, inwieweit der Kapazitätserweiterungseffekt als Datum in unternehmerische Planungen eingehen kann.

Neubert²⁾ hat als erster versucht, betriebspolitische Konsequenzen aus dem Auftreten des Kapazitätserweiterungseffektes zu ziehen.

Führt der Unternehmer eine Betriebserweiterung durch und sind die Prämissen für das Wirksamwerden des Kapazitäts-

1) Vergleiche dazu auch Hax a.a.O., Die Substanzerhaltung der Betriebe.

2) Neubert, Helmut, a.a.O., S. 373.

erweiterungseffektes gegeben, dann kann er mit Hilfe des Kapazitätserweiterungseffektes seine Periodenkapazität auf die gewünschte Größe erweitern mit einem geringeren Kapitalaufwand als erforderlich wäre, wenn der Kapazitätserweiterungseffekt nicht auftritt.

Die Höhe des Kapitalbetrages, der erforderlich ist, um im Gleichgewichtspunkt eine Periodenkapazität in der gewünschten Größe von z.B. 1000 Produkteinheiten zu realisieren, ist rechnerisch einfach zu bestimmen. Während die Formel zur Bestimmung der Periodenkapazität im Gleichgewichtspunkt P_G lautet

$$P_G = P_E \cdot \frac{\frac{A}{l_1+2 \quad l_2+3 \quad l_3+4 \quad l_4 \quad \dots}}{A} \cdot l_1$$

wobei l_1, l_2 usw. die Periodenkapazitäten im 1., 2. usw. Lebensjahr der Maschine darstellen, P_E die Periodenkapazität der Erstausrüstung und A die Totalkapazität, ergibt sich durch einfache Umformung die Periodenkapazität der Erstinvestition

$$P_E = \frac{\frac{A}{l_1+2 \quad l_2+3 \quad l_3+4 \quad l_4 \quad \dots} \cdot l_1 \cdot P_G}{A}$$

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Formel ist, daß die Höhe der Abschreibungsquote nach der Abnahme der Totalkapazität einer Anlage während ihrer Nutzungsdauer bemessen wird. Die Periodenkapazitäten entsprechen in dem Fall den Abschreibungsquoten und die Totalkapazität den Anschaffungskosten. Die Periodenkapazität im Gleichgewichtspunkt P_G ist fixiert, die Totalkapazität der einzelnen Maschinen ist bekannt, ihre Periodenkapazitäten müssen geschätzt werden. P_E gibt die Gesamtperiodenkapazität der Erstausrüstung an. Daraus können die Anzahl

der erforderlichen Maschinen und ihre Anschaffungskosten berechnet werden.

Schwierigkeiten bereitet die Tatsache, daß die Gleichgewichtskapazität erst nach einem längeren Zeitraum erreicht wird und bis dahin die Periodenkapazität ständigen Schwankungen unterworfen ist. Je größer die Lebensdauer der einzelnen Aggregate umso länger dauert es auch, bis der Gleichgewichtspunkt erreicht ist. Doch nur dann, wenn der Prozeß ungestört auslaufen kann, in jedem Jahr die volle Höhe der Abschreibungsbeträge wiederum investiert wird, tritt der gewünschte Effekt ein.

Setzt man voraus, daß der Unternehmer aufgrund der technischen Struktur des Betriebes die Möglichkeit einer multiplen Betriebserweiterung hat, so kann man jedoch wohl kaum voraussetzen, daß die Absatzlage sich so entwickelt, wie die Kapazitätsschwankungen bis zum Gleichgewichtspunkt dies verlangen würden. Neubert schlägt aus diesem Grunde vor, die Reinvestition abzubrechen, sobald die gewünschte Periodenkapazität zum ersten Mal erreicht wird, und nur noch soweit durchzuführen, daß die Kapazität auf der erreichten Höhe gehalten wird. Auf diese Weise werden die Schwankungen im Produktionsbereich auf den finanziellen Sektor verlagert. Da durch die Reinvestition der Abschreibungen bis zu dem Zeitpunkt schon eine teilweise Altersumschichtung erreicht ist, sind die Schwankungen geringer als normalerweise. Bei einem Kapitalaufwand für die Erstausrüstung von 1,- ist es möglich, bei Reinvestition der Abschreibungsbeträge eine Kapazität von 1,818 zu erhalten. Bricht man den Prozeß in dem Augenblick ab, in dem zum ersten Mal eine Kapazität in der Höhe vorliegt, dann werden sich in manchen Jahren flüssige Mittel bis zum Höchstbetrag von 0,676 ansammeln, während in anderen Jahren ein Kapitalbedarf entsteht, der jedoch im Höchstfall 0,324 beträgt.¹⁾

1) Neubert, Helmut, a.a.O., S. 373.

Letzte Konsequenz dieser Gedanken ist das Streben nach der völligen Harmonie der Sektoren Produktion, Absatz und Finanzierung in der Unternehmung. Diese Harmonie ist im Gleichgewichtspunkt für die Produktion und den finanziellen Sektor gegeben. Da sich Produktion und finanzieller Sektor jedoch immer wieder den veränderten Absatzbewegungen anpassen müssen, bzw. diese Absatzschwankungen die langsame stetige Entwicklung von Produktion und finanziellem Sektor zur Minimalkostenkombination verhindern, ist die vollständige Harmonie zwischen Produktion, finanziellem Sektor und Absatz nicht realisierbar, sondern stellt nur das erstrebenswerte und kaum erreichbare Ziel dar im Ablauf der Entwicklung. Der Unternehmer kann zwar mit einer Altersumschichtung innerhalb seines gesamten Betriebes rechnen, die letztlich die Ursache für die Freisetzung der Kapitalbeträge darstellt, andererseits muß er aber auch als Folge dieser Altersumschichtung mit erhöhten Reparaturkosten und Vermögensverlusten rechnen, die z.B. entstehen, wenn aufgrund von Rentabilitätsrechnungen festgestellt wird, daß es für den Betrieb vorteilhaft ist, eine noch leistungsfähige alte Anlage durch eine neue zu ersetzen. Diese Maßnahme ist erforderlich, um die Ertragslage des Betriebes zu erhalten oder sogar noch zu verbessern. Sie führt jedoch ohne Zweifel zu einer Vermögens- und Kapazitätsvernichtung. Buchtechnisch gesehen liegt ein außerordentlicher Aufwand vor, der gewinnmindernd wirkt. Ist der außerordentliche Aufwand voll durch die Einnahmen gedeckt, dann kann der Vermögensverlust durch die Zuführung neuen Kapitals voll aufgefangen werden. Der Vermögensverlust im Produktionsbereich wird in diesem Fall durch Selbstfinanzierung ausgeglichen. Ist das nicht möglich, dann bleibt zu überlegen, ob auch bei Fremdfinanzierung die neue Anlage vorteilhafter für den Betrieb ist als die alte. Bei einer reinen Wirtschaftlichkeitsrechnung wird das Ergebnis der Rechnung durch die Finanzierungsform nicht beeinflusst bei einer betrieblichen Rentabili-

tätsrechnung wird der Unternehmer auf jeden Fall berücksichtigen müssen, daß die Fremdkapitalzinsen für ihn Ausgaben sind.

Da vielfach die Maßnahmen zur Realisierung der Prämissen für das Wirksamwerden des Kapazitätserweiterungseffektes nicht zwangsläufig mit den Dispositionen des Unternehmers zur Erhaltung und Steigerung der Ertragslage des Unternehmens übereinstimmen, darf die Bedeutung des Kapazitätserweiterungseffektes nicht überschätzt werden. Hinzu kommt noch, daß selbst dann, wenn die Prämissen des Kapazitätserweiterungseffektes erfüllt sind, andere technisch und ökonomisch bedingte Erscheinungen dem Kapazitätserweiterungseffekt entgegenwirken.

F. Unternehmerische Dispositionen bei unsicheren Erwartungen.

In den erörterten Modellfällen wurde vorausgesetzt, daß der Unternehmer aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Informationen die Absatzlage seines Unternehmens klar erkannt hat und seine Dispositionen darauf aufbaut. In Wirklichkeit ist der Unternehmer aber gezwungen, Entscheidungen zu treffen bei unsicheren Erwartungen. Für diese Fälle ist es zwar möglich, Grenzwertrechnungen durchzuführen und z.B. festzustellen, wie groß die Mindestproduktion sein muß, damit sich die Anschaffung einer bestimmten Maschine überhaupt lohnt, aber das ändert nichts an der Tatsache, daß letztlich auch ein erhoffter Mindestabsatz nur eine "unsichere Erwartung" darstellt. Besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang die Dispositionen des Unternehmers zu beurteilen, die für die Existenz der gesamten Unternehmung entscheidend sind. Trotzdem ist es wenig sinnvoll, das Risiko, das jeder Investition in größerem oder kleinerem Maße anhaftet, durch die Wahl eines überdimensionalen Kalkulationszinsfußes in die Investitionsrechnung einzubeziehen. Vielmehr erscheint es ratsamer, diese Frage getrennt zu diskutieren und nicht als einen Faktor unter vielen im Kalkulationszinsfuß zu berücksichtigen. Liegt der mögliche Gewinn bzw. Verlust eines Investitionsvorhabens innerhalb gewisser Grenzen, die dem Unternehmer in seiner augenblicklichen Situation als keineswegs außergewöhnlich oder beachtenswert erscheinen, dann interessiert den Unternehmer lediglich die Gewinnchance der Investition an sich und es bietet sich zur Überprüfung der Investitionsentscheidung folgende Methode an:¹⁾

1) Schlaifer, Robert, Probability and Statistics for Business Decisions, New York, 1959.

Angenommen, ein Unternehmer will ein neues Produkt auf den Markt bringen. Die Produktionserweiterung erfordert eine Investition von 10 000,-- DM. Über den Preis, den der Unternehmer erzielen kann, und die Absatzmenge, besteht noch keine Gewißheit; seine Gewinnaussichten beurteilt der Unternehmer aber wie folgt:

Absatz- möglichkeit 1	Wahrscheinlich- keitskoeffizient 2	absoluter Wert 3	erwarteter Wert (2x3) 4
A	0.1	+20 000	+2 000
B	0.3	+15 000	+4 500
C	0.2	+10 000	+2 000
D	0.1	+ 5 000	+ 500
E	0.3	-10 000	-3 000
	<u>1.0</u>		<u>+6 000</u>

Der erwartete Wert ist positiv und beträgt 6 000,-- DM. Dieses Ergebnis spricht für die Durchführung der Investition; denn verzichtet der Unternehmer ganz auf die Investition, dann kann er gar keinen Gewinn erwarten.

Einem anderen Unternehmer fällt die Entscheidung schwerer. Er befindet sich in einer finanziell etwas kritischen Situation und kann sich nicht entschließen, seine Entscheidung aufgrund dieses einfachen Testes zu fällen, zumal er mit der Möglichkeit einer Investition von 6 000,-- DM noch folgende Gewinnchancen sieht:

Absatz- möglichkeit 1	Wahrscheinlich- keitskoeffizient 2	absoluter Wert 3	erwarteter Wert (2x3) 4
A	0.1	+7 000	+ 700
B	0.2	+5 000	+1 000
C	0.3	+3 000	+ 900
D	0.3	+1 000	+ 300
E	0.1	-6 000	- 600
	<u>1.0</u>		<u>+2 300</u>

Um für diesen Fall die richtige Wahl zu treffen, muß der Unternehmer gleich zwei Risiken berücksichtigen, nämlich das Risiko der Investition an sich und das Risiko der Investition für die Unternehmung als Ganzes. Aus diesem Grund schlägt Schlaifer¹⁾ dem Unternehmer vor, gedanklich einen kleinen Umweg zu machen und sich zu überlegen, zu welchem Preis er gerade noch bereit ist, z.B. einen Kaufvertrag zu erwerben, der mit einer Wahrscheinlichkeit von p_i ($i = -10$ bis $+20$; p_{-10} bis $p_{+20} = 0.0$ bis 1.0) zu einem Gewinn von 20 000,- DM und mit einer Wahrscheinlichkeit von $1-p_i$ zu einem Verlust von 10 000,- DM führt oder welchen Betrag er zu zahlen bereit ist, um sich von einer vertraglichen Verpflichtung dieser Art zu befreien. Hat der Unternehmer bei den verschiedenen Werten von p den Wert ermittelt, den der Vertrag für ihn hätte, dann ist es möglich, die einzelnen Ergebnisse in ein Koordinatensystem einzutragen, bei dem auf der Ordinate die Werte und auf der Abszisse die Wahrscheinlichkeitskoeffizienten p abgetragen sind, mit denen ein Gewinn zu erwarten ist. Die gegebenen einzelnen Punkte kann man verbinden und erhält so eine funktionale Abhängigkeit zwischen den einzelnen Werten und den wahrscheinlichen Gewinnaussichten p . Bringt man zur Überprüfung der gefundenen Wahrscheinlichkeiten die beiden zur Wahl stehenden Investitionen in Zusammenhang mit dem zuletzt genannten Vertrag, dann kann man erwarten, daß der Unternehmer einen Geldbetrag von z.B. 15 000,- DM als gleichwertig ansieht dem genannten Vertrag bei einer Gewinnwahrscheinlichkeit von p_{15} oder aber, daß er bereit ist, den Vertrag mit einer Gewinnwahrscheinlichkeit von p_{-6} zu unterzeichnen, statt eine Zahlung von 6 000,- DM zu leisten.

1) Schlaifer, R., a.a.O., S. 34 ff.

Ersetzt man die absoluten Geldbeträge in Kolonne (3) durch die entsprechenden Wahrscheinlichkeitszahlen p_i dann lassen sich daraus die Gewinnchancen der Investition berechnen unter Einbeziehung des Risikos, das diese Investition für die Unternehmung mit sich bringt. Zu diesem Zweck müssen die Gewinnaussichten in Kolonne (2) durch Multiplikation mit dem entsprechenden p_i jeweils reduziert werden. Die Summe der einzelnen Produkte gibt dann die Gesamtwahrscheinlichkeit der Gewinnchance an. Da der Unternehmer wegen seiner kritischen Lage die Investition wählen wird, bei der das Risiko am kleinsten und die Gewinnaussichten am größten sind, sind folgende Gegenüberstellungen notwendig:

I. Investition

$$0.1 \cdot p_{20} + 0.3 \cdot p_{15} + 0.2 \cdot p_{10} + 0.1 \cdot p_5 + \\ + 0.3 \cdot p_{-10} = x_1$$

II. Investition

$$0.1 \cdot p_7 + 0.2 \cdot p_5 + 0.3 \cdot p_3 + 0.3 \cdot 0_1 + \\ + 0.1 \cdot p_{-6} = x_2$$

III. Verzicht sowohl auf Investition I als auch Investition II.

$$p_0 = x_3$$

x_1 , x_2 , x_3 geben die jeweilige Gesamtgewinnwahrscheinlichkeit an. Der maximale Wert determiniert die für den Unternehmer in dieser Situation richtige Investitionsentscheidung.

G. Zusammenfassung und Schluß.

Im Blickpunkt dieser Arbeit stehen die Produktionsanlagen als Datum und Objekt unternehmerischer Dispositionen. Unternehmerische Dispositionen sind alle Entscheidungen, die ein Unternehmer im Rahmen der Führung seines Unternehmens trifft, wobei angenommen wird, daß der Unternehmer sich am erwerbswirtschaftlichen Prinzip orientiert. Sie lassen sich grundsätzlich auf zwei Motive zurückführen, nämlich auf die Gestaltung des Produktionsablaufes und auf die Anpassung des Betriebes an sich ständig ändernde Daten.

Da im modernen Industriebetrieb die Produktionsanlagen einen wesentlichen Faktor im Produktionsprozeß darstellen, muß der Unternehmer ihnen seine Planung in starkem Maße unterordnen. Er muß sich darüber klar sein, daß sie durch drei Merkmale charakterisiert werden. Sie stellen eine Kapitalinvestition dar, eine technische Konstruktion und einen Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß. Aus diesen drei Eigenarten erwachsen die im Zusammenhang mit den Produktionsanlagen auftretenden Probleme. Auf diese drei Merkmale können aber auch die Rechenarten zurückgeführt werden, die dem Unternehmer als Dispositionshilfen dienen sollen. Das ist die Investitionsrechnung, die Kosteneinflußgrößenrechnung und das linear programming. Die Investitionsrechnung entspricht dem Wesen der Produktionsanlagen als Kapitalinvestition, die Kosteneinflußgrößenrechnung entspricht dem Wesen der Produktionsanlagen als technische Konstruktion und das linear programming entspricht dem Wesen der Produktionsanlagen als Produktionsfaktor im Kombinationsprozeß.

Befindet sich ein Unternehmen im stationären Zustand, d.h. erfolgt keine Variation der vom Absatz determinierten Daten, hat der Unternehmer also lediglich die Möglichkeit, seine Ausgaben bzw. Kosten zu beeinflussen.

dann wird er seine ganze Aufmerksamkeit darauf richten die vorhandenen Produktionsanlagen quantitativ und qualitativ auszunutzen durch eine optimale Gestaltung des Produktionsprozesses und die notwendigen Ersatzinvestitionen durchzuführen. Bei der Lösung der ersten Aufgabe hilft das linear programming, bei der zweiten Aufgabe die Investitionsrechnung.

Muß der Unternehmer jedoch mit oszillativen Absatzschwankungen rechnen, dann gilt es mit Hilfe der Kosteneinflußgrößenrechnung die verschiedenen Alternativen bei kurzfristigen Anpassungen kostenmäßig zu erfassen, gegenüberzustellen und die optimale Lösung zu wählen. Als reine Anpassungsformen sind die intensitätsmäßige und die zeitliche Anpassung zu nennen.

Der schwierigsten Aufgabe sieht der Unternehmer sich jedoch bei Variation der Betriebsgröße und des Fertigungsverfahrens gegenüber. Die erforderlichen Daten für die Investitionsrechnung sind mit der größten Unsicherheit behaftet, weil keine Vergleichsdaten aus früheren Perioden zur Verfügung stehen. Außerdem ist das Planungsprogramm besonders umfangreich.

Die Kosteneinflußgrößenrechnung und das linear programming finden dann Anwendung, wenn die Produktionsanlagen Datum unternehmerischer Dispositionen sind. Die Investitionsrechnung dagegen läßt die Produktionsanlagen zum Objekt unternehmerischer Dispositionen werden.

Abschließend soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß das Ergebnis der Rechnung nicht allein entscheidend ist für die Dispositionen des Unternehmers, sondern daß der Unternehmer noch zusätzlich die sogenannten imponderablen Faktoren¹⁾ bei seiner Entscheidung berücksichtigen muß. Diese Überlegungen stellen nach Gutenberg²⁾ bei einer Investitionsentscheidung die dritte und vierte Phase dar, während in der ersten und zweiten Phase rechnerische Untersuchungen im Vordergrund stehen. Im Rahmen einer allgemeinen Abhandlung des Themas muß jedoch zwangsläufig auf eine Berücksichtigung dieser Einflußgrößen verzichtet werden.

-
- 1) Schneider versteht darunter z.B. die Betriebssicherheit, Umbaumöglichkeiten und soziale Rücksichten. A.a.O., S. 129.
 - 2) Gutenberg, E., Der Stand der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der betrieblichen Investitionsplanung. ZfhF 1954, S. 557 ff.

Literaturverzeichnis

- ABROMEIT, Hans-Günther: Betriebliche Disposition - eine Wertungsfrage. Dargestellt unter besonderer Berücksichtigung des Industriebetriebes.
Diss. TH. Berlin 1950
- ABROMEIT, Hans-Günther: Das Problem der Anlagenerneuerung
ZfB 1953
- ABROMEIT, Hans-Günther: Das Rechnungswesen als Grundlage der Betriebspolitik. Anregungen aus der amerikanischen Praxis
ZfB 1953
- ALBACH, Horst: Investitionspolitik in Theorie und Praxis
ZfB 1958
- ALBACH, Horst: Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit betrieblicher Investitionen
ZfB 1959
- ALFORD, L.P. und BANGS, J.R.: Production Handbook
The Ronald Press Company
New York 1957
- ALSCHNER, Gerd: Rationalität und Irrationalität in den wirtschaftlichen Handlungen und ihre Erfassung durch die Wirtschaftstheorie
Diss. TH. Berlin 1956
- AUFFERMANN, J.A.: Kostenauswertung
Stuttgart 1953
- BECK, M.: Fragen nach den Wirkungen und Leistungen der Betriebsplanung
ZfB 1952
- BENDER, Karl: Pretiale Betriebslenkung
Essen 1951

- II -

- BESTE, Theodor: Die optimale Betriebsgröße als betriebswirtschaftliches Problem
Leipzig 1933
- BIERFELDER, Wilhelm: Wege und Irrwege mathematischen Denkens in Wirtschaftstheorie und Unternehmenspolitik
Nürnberg 1958
- BINDEMANN: Kostensynthese, Behandlung des Zusammenhanges zwischen Kosten und Beschäftigung
ZfhF., 1951
- BLASCHKA, Bruno: Betrachtungen zur industriellen Produktionsfunktion
ZfB 1957
- BOULDING, K.E.: The Theory of a Single Investment
Quarterly Journal of Economics, 1935
- BRANDT, H.: Investitionspolitik des Industriebetriebs
Wiesbaden 1959
- BRANDT, H.: Der Restwert in der Investitionsrechnung.
ZfB 1959
- BRANDT, Karl: Zur theoretischen Begründung linearer Kosten und ihrer Wirkungen
In: Festschrift zum 70. Geburtstag von Walter G. Waffenschmidt, herausgegeben von Karl Brandt
- BREDT, Otto: Krise der Betriebswirtschaftslehre
Düsseldorf 1956
- BÜCHER, Karl: Das Gesetz der Massenproduktion
ZfgSt 1910

- BUCHNER, Robert: Die Möglichkeit der Kapazitätsausweitung durch laufende Reinvestition in Höhe der verdienten Abschreibungen bei Vorliegen eines geometrisch degressiven Kapazitätsverzehr und diesen deckenden Abschreibungsverlauf
Die Wirtschaftsprüfung 1959
- BUCHNER, Robert: Das Problem der Kapazitätserweiterung durch laufende Reinvestition in Höhe des Abschreibungsaufwandes
Die Wirtschaftsprüfung 1959
- CARELL, Erich: Allgemeine Volkswirtschaftslehre
1954
- CASSEL, G.: Theoretische Sozialökonomie
5. Aufl. 1932
- CHARNES, A., W.W.COOPER, A. HENDERSON: An Introduction to Linear Programming
New York 1953
- CHURCHMAN - ACKOFF - ARNOFF: Introduction of Operations Research
New York - London 1957
- DEAN, Joel: Capital Budgeting
New York, 3. Aufl. 1956
- DEAN, Joel: Managerial Economics
Prentice-Hall, inc., Englewood Cliffs, N.J., 7. Aufl. 1957
- DORFMAN - SAMUELSON - SOLOW: Linear Programming and Economic Analysis
New York-Toronto-London 1958
- EUCKEN, Walter: Grundsätze der Wirtschaftspolitik
Bern u. Tübingen 1952

- FALTER, Emanuel: Beschäftigungsgrad und Kosten.
Kostentheorie und Betriebskontrolle. Die Betriebswirtschaft 1929
- FISCHER, Guido: Betriebspolitik und Unternehmungs-
führung
ZfB 1957
- FISCHER, Guido Allgemeine Betriebswirtschaftslehre
Heidelberg 1952, 6. Auflage
- FLECK, Albert: Die Variation der Faktorqualitäten
als Inhalt einer Kostentheorie des
Long-run
Diss. Frankfurt 1953
- FÖRSTER, Karl und
HENN, Rudolf: Dynamische Produktions-Theorie
und Lineare Programmierung
Meisenheim (Glan) 1957
- FORSTER, Karl Heinz: Finanzierung durch Abschreibung
Stuttgart 1953
- GALBRAITH, John Kenneth: Gesellschaft im Überfluß
(The Affluent Society)
München-Zürich 1958
- GATER, Rudolf und
HELLMICH, Hanns: Die Verrechnung der Fertigungs-
gemeinkosten mit Hilfe geplanter
Maschinenzeitsätze
ZfB 1952
- GERTMANN, J.: Die Investitionsplanung als theo-
retische Grundlage der Betriebs-
wirtschaftslehre
Bericht von der Tagung des Verban-
des der Hochschullehrer für BW von
Riebel..
Betriebsw. Forschung und Praxis 1954
- GERBEL, B. M.: Rentabilität
Wien 1955, 2. Auflage

- GIANNESSI, Egidio: Der Kreislauf zwischen Kosten und Preisen als bestimmender Faktor der Gleichgewichtsbedingungen im System der Unternehmung
ZfhF 1958
- GRANT, E.L.: Principles of Engineering Economy
New York 1950
- GRUBER, K.: Die Zusammenhänge zwischen Größe, Kosten und Rentabilität industrieller Betriebe
1. Aufl., Wien 1948
- GUTENBERG, Erich: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1957/1958
Bd. I Die Produktion, 3./4. Aufl.
Bd. II Der Absatz, 3. Aufl. 1959
- GUTENBERG, Erich: Der Stand der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der Investitionsplanung
ZfhF 1954
- GUTENBERG, Erich: Planung im Betrieb
Sonderdruck der ZfB
Planungsrechnung und Rationalisierung, Wiesbaden 1953
- GUTENBERG, Erich: Offene Fragen der Produktions- und Kostentheorie
ZfhF 1956
- GUTENBERG, Erich: Über den Verlauf von Kostenkurven und seine Begründung
ZfhF 1953
- HAAS, Gerhard: Ursachen, Möglichkeiten und Grenzen des linearen Kostenverlaufs
Wirtschaftsprüfung 5.Jg. 1952
- HALL, R.: Das Rechnen mit Einflußgrößen im Stahlwerk
Köln und Opladen 1959

- HARDACH, F.W. und
HAX, Karl: Der Geltungsbereich des Kapazitäts-
erweiterungseffektes. Eine Diskus-
sion
ZfhF 1958
- HASENACK, W.: Wesen und Arten der Selbstfinan-
zierung
Die Betriebswirtschaft 1931
- HAX, Karl: Die Substanzerhaltung der Betriebe
1. Aufl., Köln u. Opladen 1957
- HAX, Karl: Abschreibung und Finanzierung
ZdhF 1955
- HEBER: Kalkulation und Preisstellung bei
wechselndem Beschäftigungsgrad
Betriebsw. Rundschau 1924/25
- HEINEN, Edmund: Betriebswirtschaftliche Kosten-
lehre, Bd. I
Wiesbaden 1959
- HEINEN, Edmund: Handelsbilanzen, Bd. I u. Bd. II
Wiesbaden 1958
- HEINEN, Edmund: Anpassungsprozesse und ihre kosten-
mäßigen Konsequenzen
Köln und Opladen 1957
- HEINEN, Edmund: Die Kosten
Saarbrücken 1956
- HEINEN, Edmund: Anpassungsprozesse im Kokerei-
betrieb unter besonderer Berück-
sichtigung der quantitativen und
intensitätsmäßigen Anpassung
ZfhF 1955
- HENNIG, K.W.: Betriebswirtschaftslehre der
industriellen Fertigung
Braunschweig 1948

- VII -

- HENNIG, K.W.: Betriebswirtschaftliche Organisationslehre
2. Aufl., Berlin 1948
- HENZEL, Fritz: Kosten und Leistung
3. Auflage
- HENZEL, Fritz: Der Beschäftigungsgrad
ZfB 1928
- HENZEL, Fritz: Der Unternehmer als Disponent
seiner Kosten
ZfB 1936
- HENZEL, Fritz: Kostenrechnung der gewerblichen
Wirtschaft
Stuttgart 1939, 2. Aufl. 1950
- HENZEL, Fritz: Betriebsplanung
Wiesbaden 1950
- HERMANN, J.E.: Selbstkostenrechnung in Walzwerken
Ergänzungsband zur Zeitschrift für
Handelswissenschaftliche Forschung
1926
- HERRMANN, Karl: Zur Interpretation des Ertrags-
gesetzes
ZfB 1958
- HOFMANN, Rolf: Planung und Projektierung automa-
tisierter Anlagen
Hamburg, Berlin, Bonn 1958
- HOTELLING, Harold: A General Mathematical Theory of
Depreciation
Journal of the American Statistical
Association 1925
- IGLISCH, Ingo: Zur Lebensdauer elektrischer Ma-
schinen
Diss. Stuttgart TH 1958

- VIII -

- JACOB, Herbert: Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Restnutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung
ZfhF 1957
- JACOB, Herbert: Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz
ZfhF 1957
- KÄFER, K.: Betriebswirtschaftliche Verfahrensforschung im Dienste der Unternehmensführung
In: Aktuelle Fragen der Unternehmung. Gedenkschrift für Alfred Walther
Herausgeber: Hans Ulrich u. Fritz Trechsel, Bern 1957
- KÄMMERER, Wilhelm, Andreas: Die kostentheoretischen Zusammenhänge zwischen Beschäftigungs- und Betriebsgrößenänderungen in Produktionsbetrieben.
Diss. Frankfurt 1955
- KILGER, Wolfgang: Produktions- und Kostentheorie
Wiesbaden 1958
- KOCH, H.: Das Wirtschaftlichkeitsprinzip als betriebswirtschaftliche Maxime
ZfhF 1951
- KOCH, Helmut: Zur Diskussion über den Kostenbegriff
ZfhF 1958
- KOSIOL, Erich: Die Beziehung zwischen Kosten-
gestaltung und Betriebsgröße im Warenhandel
Die Betriebswirtschaft 1930
- KOSIOL, Erich: Anlagenrechnung. Theorie und Praxis der Abschreibungen
Wiesbaden 1955

- KOSIOL, Erich: Kritische Analyse der Wesensmerkmale des Kostenbegriffes
Betriebsökonomisierung
Festschrift für Rudolf Seyffert
Opladen 1958
- KÜHN, U.: Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes
BFuP 1956
- LANGEN, H.: Die Kapazitätsausweitung durch Reinvestition liquider Mittel aus Abschreibungen
ZfhF 1953
- LASSMANN, Gert: Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie
Köln und Opladen 1958
- LEHMANN, M.R.: Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage der Abhängigkeit der Kosten vom Beschäftigungsgrad
Betriebsw. Rundschau 1926
- LEHMANN, M.R.: Industriekalkulation
Stuttgart 1951
- LEHMANN, M.R.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre
3. Auflage, Wiesbaden 1956
- LOHMANN, Martin: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre
2. Aufl. 1955, Tübingen
- LOHMANN, Martin: Kapitalbildung und Kapitalverwendung in der Unternehmung
In: Verhandlungen auf der Tagung des Vereins für Sozialpolitik in Salzburg 1952, Berlin 1953
- LOHMANN, Martin: Abschreibungen, was sie sind und was sie nicht sind
Der Wirtschaftsprüfer 1949

- LOITLSBERGER, Erich: Das Wirtschaftlichkeitsprinzip
Wien 1955
- LÜCKE, Wolfgang: Investitionsrechnungen auf der
Grundlage von Ausgaben oder Kosten?
ZfhF 1955
- LUTZ, Friedrich u.Vera: The Theory of Investment of the
Firm
Princeton 1951
- LUTZ, Friedrich A.: Zinstheorie
Zürich-Tübingen 1956
- MEHNER, Otto: Industrielle Kosten- und Ertrags-
probleme
Meisenheim (Glan) 1956
- MELLEROWICZ, Konrad: Ausbau der Betriebswirtschaftslehre
durch Entwicklung einer wissen-
schaftlichen Betriebspolitik
Der Betrieb 1951
- MELLEROWICZ, Konrad: Eine neue Richtung in der Betriebs-
wirtschaftslehre?
ZfB 1952
- MELLEROWICZ, Konrad: Kostenkurven und Ertragsgesetz
(Zu Gutenbergs These über den
Verlauf von Kostenkurven)
ZfB 1953
- MELLEROWICZ, Konrad: Kosten und Kostenrechnung
3. Aufl., Berlin 1957 Bd. I
3. Aufl., Berlin 1958 Bd. II
- DE MELVERDA, H.A.A.: The Illusion of Fixed Costs 1950
International Economic Papers,
Vol. 2, 1952
- MEYER, Arnold: Das Ertragsgesetz in der Indu-
strie
Bern 1951

- MITSCHERLICH, A.: Die Ertragsgesetze
Deutsche Akad. d. Wissenschaften,
Heft 31, Berlin 1948
- MOXTER, Adolf: Methodologische Grundfragen der
Betriebswirtschaftslehre
Köln u. Opladen 1957
- MOXTER, Adolf: Der Zusammenhang zwischen Vermögens-
umschichtung und Kapazitätsentwick-
lung bei veränderlichen Leistungs-
abgaben von Aggregaten pro Zeitein-
heit
ZfhF 1959
- MÜLLER-BERNHARDT: Industrielle Selbstkosten bei
schwankendem Beschäftigungsgrad
1. Aufl., Berlin 1925
- NEUBERT, Helmut: Anlagenfinanzierung aus Abschrei-
bung
ZfhF 1951
- OBOOTH, Heinrich: Die unternehmerische Entscheidung
Diss. FU Berlin 1958
- PACK, Ludwig: Betriebliche Investitionen
Wiesbaden 1959
- PEISER, Herbert: Industrielle Kostenentwicklung
bei wechselndem Beschäftigungsgrad
Betrieb. Rdsch. 1924
- PEISER, Herbert: Der Beschäftigungsgrad und seine
Messung
Betrieb. Rdsch. 1929
- PHILIPP, Fritz: Die betriebswirtschaftlichen In-
vestitionstypen - Erfolgs- und
finanzierungstheoretische Proble-
matik
Diss. Marburg 1957

- POLAK, N.J.: Grundzüge der Finanzierung mit Rücksicht auf die Kreditdauer
Berlin und Wien 1926
- PREINREICH, Gabriel A.D.: The Economic Life of Industrial Equipment
Econometrica 1940
- PREINREICH, Gabriel A.D.: The Theory of Depreciation
Econometrica 1938
- PREISER, Erich: Der Kapitalbegriff und die neuere Theorie
In: Bildung und Verteilung des Volkseinkommens, Gesammelte Aufsätze zur Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik.
Göttingen 1957
- RIEBEL, Paul: Die Elastizität des Betriebes
Köln Opladen 1954
- ROBINSON, E.A.G.: Betriebsgröße und Produktionskosten
Wien 1936
- RUCHTI, Hans: Die Abschreibung
Stuttgart 1953
- RUMMEL, Kurt: Einheitliche Kostenrechnung auf der Grundlage einer vorausgesetzten Proportionalität der Kosten zu betrieblichen Größen, 3.Aufl.
Düsseldorf 1949
- SANDIG, Curt: Die Führung des Betriebes, Betriebswirtschaftspolitik
Stuttgart 1953
- RUDOLPH, Herbert: Die Kostenabhängigkeit vom Produktionsumfang in der Kostenanalyse und das Ertragsgesetz
BFuP 1956

- SCHÄFER, Erich: Die Unternehmung
Köln u. Opladen 1956
- SCHÄFER, Erich: Grundlagen der Marktforschung
3. Aufl., 1953
- SCHÄFER, Erich: Abschreibung und Finanzierung
ZfhF 1955
- SCHINDLER, Heinz: Investitionsrechnungen in Theorie
und Praxis
Diss. Freiburg 1955
- SCHINDLER, Heinz: Investitionsrechnungen auf der
Basis neuer theoretischer Erkennt-
nisse
ZfhF 1956
- SCHLAIFER, Robert: Probability and Statistics for
Business Decisions
New York 1959
- SCHMALENBACH, Eugen: Kostenrechnung und Preispolitik
7. Aufl., Köln-Opladen 1956
- SCHNEIDER, Erich: Industrielles Rechnungswesen
Tübingen 1957
- SCHNEIDER, Erich: Wirtschaftlichkeitsrechnung
Bern-Tübingen, 2. Aufl. 1957
- SCHNEIDER, Helmut: Die Grundlagen der Investitions-
tätigkeit in der betrieblichen
Praxis
Diss. München 1957
- SCHÖNPFLUG, Fritz: Betriebswirtschaftslehre, Methoden
und Hauptströmungen
2. erweiterte Auflage von "Das
Methodenproblem in der Einzelwirt-
schaftslehre"
Stuttgart 1954

- SCHUBERT, Ulrich: Sinn und Möglichkeiten der Bildung von Beschäftigungsgraden
ZfB 1931
- SICHER, Wolfgang: Zur Planung technisch-organisatorischer Maßnahmen und Berechnung ihres ökonomischen Nutzeffektes
Berlin 1957
- SIMON, H.: Der Einfluß der Kurzarbeit auf die Selbstkosten und Rentabilität industrieller Betriebe
ZfB 1925
- STEVENS, H.: Einflußgrößenrechnung
Müsseldorf
- TERBORGH, George: Dynamic Equipment Policy
New York-Toronto-London 1949
- TERBORGH, George: Business Investment Policy
Washington 1958
- TERBORGH, George: MAPI Replacement Manual
Chicago 1950
- TESCHEMACHER, Omar: Die Problematik der Betriebspolitik in der Betriebswirtschaftslehre
Diss. München 1954
- TEXTOR, Hans: Der Beschäftigungsgrad als betriebswirtschaftliches Problem
1. Aufl., Berlin 1939
Schriftenreihe: Betriebswirtschaft
- VAZSONYI, A.: Scientific Programming in Business and Industry
New York, 1958
- VÖLK, K.: Ganzheitliche Wirtschaftswissenschaft
München 1950

- VON BRIEL, Hansrudolf: Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegütern
Zürich 1955
- VON STACKELBERG, Heinrich: Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre
Bern 1948
- WÄELCHLI, J.: Integrierte Datenverarbeitung im Dienste der Unternehmungsführung
In: Aktuelle Fragen der Unternehmung. Gedenkschrift für Alfred Walther, Herausgeber: Hans Ulrich und Fritz Trechsel
Bern 1957
- WALKER, ROSS G. und READ, RUSSEL, B.: Kontrolle der Kapitalinvestierungen
In: Unternehmer Strategie, herausgegeben von Bursk und Fenn
Deutsche Ausgabe: Hundhausen
Essen 1956
- WALTHER, A.: Einführung in die Wirtschaftslehre der Unternehmung
Bd. I : Der Betrieb, Zürich 1947
Bd. II: Die Unternehmung, Zürich 1953
- WETZEL, Wolfgang: Untersuchungen über das Problem der Betriebsgröße
Diss. FU Berlin 1953
- WILES, P.J.D.: Price, Cost and Output
Oxford 1956
- WITTMANN, W.: Unternehmung und unvollkommene Information
Köln-Opladen
- WITTMANN, W.: Ungewißheit und Planung
ZfhF 1958
- WOLFF, G.: "Normaler Beschäftigungsgrad" und "Normale Selbstkosten"
Betrw. Rdsch. 1929

WOLTER, A.M.:

Das Rechnen mit fixen und proportionalen Kosten
Köln u. Opladen 1948

LICHTERT, E.H.:

Betriebsdispositionen
Neue Betriebswirtschaft 1950

ZILGLER:

Die Betriebsgrößenkalkulation
Diss. München 1954

Bessere Marktanpassung durch
unternehmerisches Planen
Bericht über die Arbeitstagung der
Schmalenbach-Gesellschaft in Köln
am 29.11.1957
ZfhF 1958

Operations Research
Mittel moderner Unternehmensführung
Hg.: American Management Association, Inc.
Deutsche Ausgabe Wilm W. Elwenspoek
W. Giradet, Essen 1958

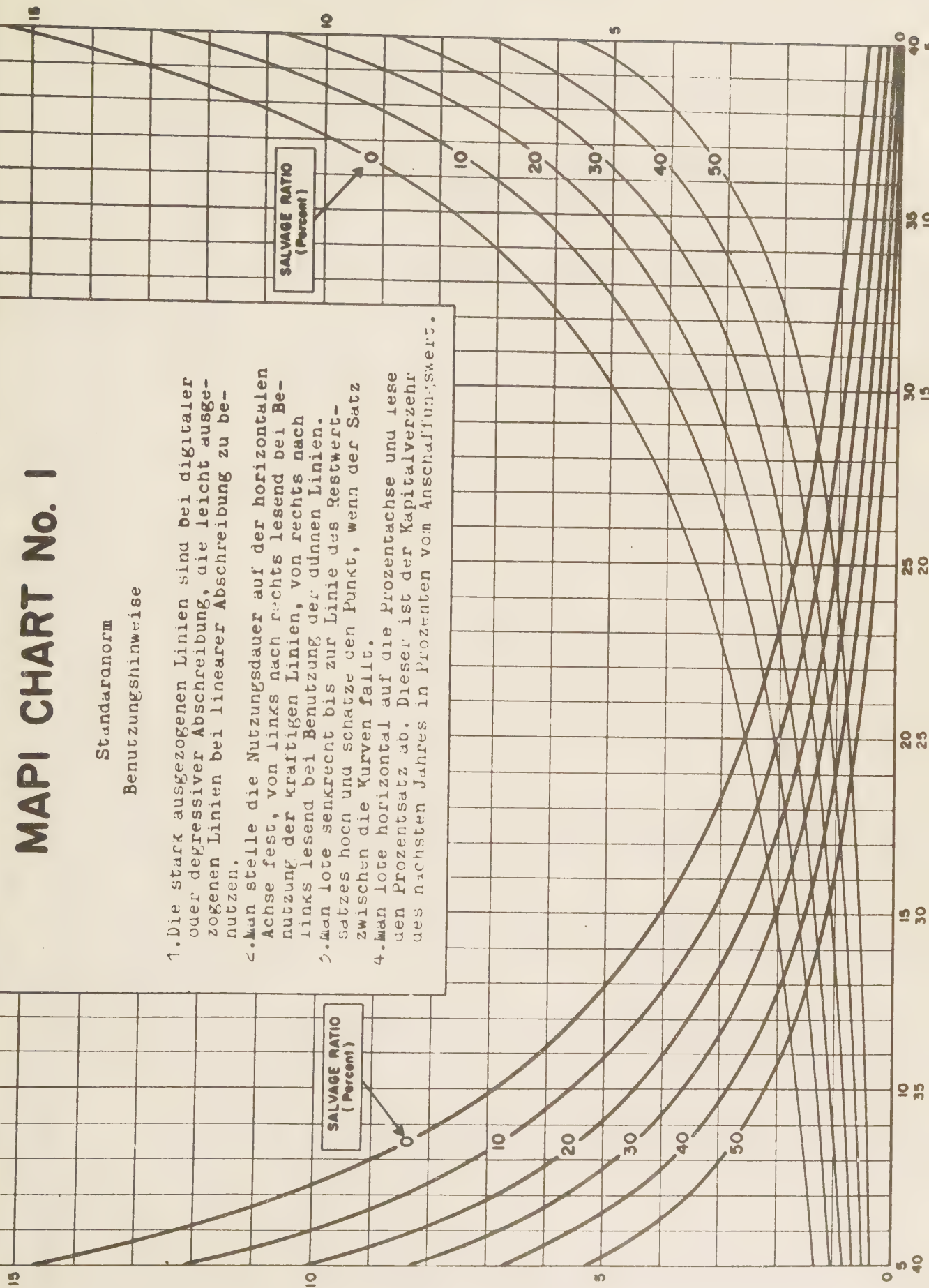
MAPI CHART No. 1

Standardnorm
Benutzungshinweise

1. Die stark ausgezogenen Linien sind bei digitaler oder progressiver Abschreibung, die leicht ausgezogenen Linien bei linearer Abschreibung zu benutzen.
2. Man stelle die Nutzungsdauer auf der horizontalen Achse fest, von links nach rechts lesend bei Benutzung der kräftigen Linien, von rechts nach links lesend bei Benutzung der dünnen Linien.
3. Man lese senkrecht bis zur Linie des Restwertsatzes hoch und schätze den Punkt, wenn der Satz zwischen die Kurven fällt.
4. Man lese horizontal auf die Prozentachse und lese den Prozentsatz ab. Dieser ist der Kapitalverzehr des nächsten Jahres in Prozenten vom Anschaffungswert.

SALVAGE RATIO
(Percent)

SALVAGE RATIO
(Percent)



TAX ADJUSTMENT FACTORS FOR MAPI CHART NO. 1

(Multiply the appropriate factor by the number of points by which the assumed tax rate deviates from 50 percent. Subtract the product from the chart reading if the deviation is positive, add if it is negative.)

Service Life (Years)

Tax Depreciation: Sum-of-Digits or Double-Rate Declining-Balance

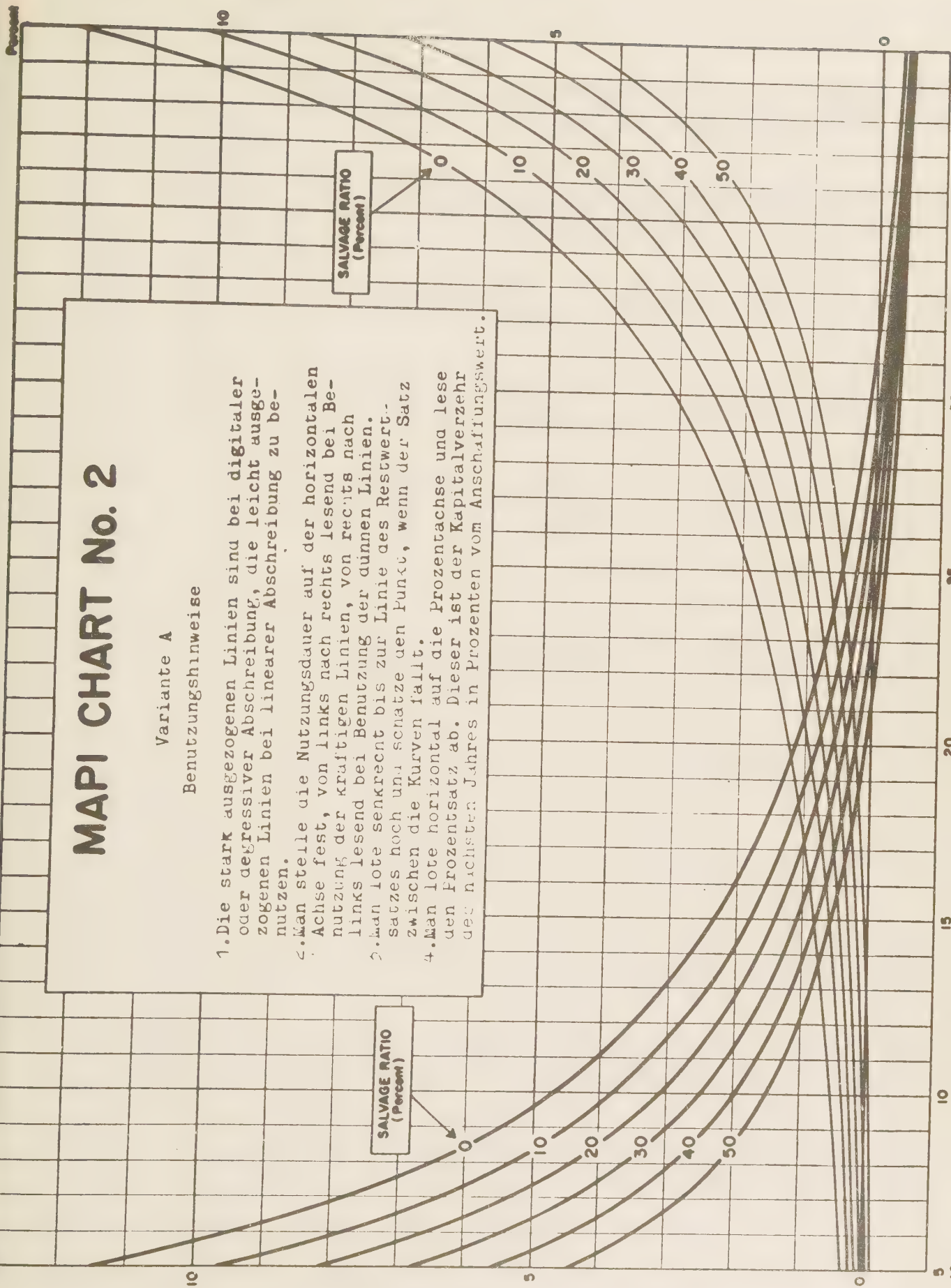
(Years)	Terminal Salvage Ratio (Percent)					Tax Depreciation: Straight-Line Terminal Salvage Ratio (Percent)						
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50
5	.3394	.2840	.2412	.2026	.1678	.1360	.3234	.2696	.2284	.1914	.1582	.1280
6	.2960	.2445	.2057	.1738	.1442	.1181	.2788	.2318	.1945	.1608	.1348	.1095
7	.2560	.2138	.1810	.1522	.1264	.1026	.2386	.1980	.1670	.1400	.1158	.0938
8	.2275	.1928	.1603	.1372	.1124	.0920	.2116	.1740	.1497	.1255	.1027	.0823
9	.2063	.1732	.1458	.1240	.1022	.0837	.1883	.1546	.1330	.1115	.0918	.0735
10	.1878	.1570	.1334	.1128	.0942	.0768	.1694	.1404	.1186	.0998	.0830	.0676
11	.1732	.1455	.1235	.1050	.0877	.0718	.1542	.1280	.1086	.0897	.0760	.0623
12	.1605	.1352	.1145	.0975	.0818	.0670	.1416	.1175	.0998	.0825	.0700	.0578
13	.1491	.1263	.1068	.0912	.0767	.0631	.1307	.1085	.0920	.0770	.0652	.0538
14	.1398	.1180	.1004	.0856	.0722	.0597	.1215	.1006	.0853	.0718	.0608	.0502
15	.1312	.1106	.0946	.0806	.0680	.0564	.1128	.0940	.0798	.0678	.0570	.0472
16	.1242	.1048	.0895	.0767	.0646	.0538	.1060	.0884	.0747	.0639	.0536	.0443
17	.1175	.0998	.0854	.0732	.0616	.0514	.0996	.0830	.0706	.0601	.0508	.0420
18	.1110	.0950	.0815	.0698	.0589	.0492	.0938	.0784	.0668	.0568	.0482	.0400
19	.1061	.0906	.0778	.0668	.0564	.0472	.0882	.0742	.0633	.0538	.0459	.0382
20	.1014	.0864	.0746	.0640	.0546	.0455	.0834	.0704	.0602	.0516	.0438	.0366
21	.0969	.0828	.0719	.0614	.0523	.0440	.0792	.0670	.0574	.0495	.0419	.0350
22	.0927	.0794	.0693	.0591	.0505	.0426	.0754	.0640	.0550	.0475	.0403	.0336
23	.0892	.0763	.0668	.0572	.0490	.0413	.0720	.0612	.0529	.0456	.0388	.0323
24	.0863	.0735	.0645	.0555	.0476	.0400	.0690	.0586	.0506	.0438	.0374	.0311
25	.0836	.0718	.0624	.0540	.0462	.0388	.0664	.0562	.0486	.0420	.0360	.0304
30	.0712	.0607	.0537	.0468	.0404	.0344	.0550	.0472	.0407	.0358	.0308	.0262
35	.0622	.0544	.0478	.0420	.0364	.0312	.0468	.0404	.0354	.0311	.0268	.0231
40	.0550	.0488	.0432	.0384	.0336	.0294	.0416	.0364	.0322	.0281	.0242	.0206

MAPI CHART No. 2

Variante A

Benutzungshinweise

1. Die stark ausgezogenen Linien sind bei digitaler oder degressiver Abschreibung, die leicht ausgezogenen Linien bei linearer Abschreibung zu benutzen.
2. Man stelle die Nutzungsdauer auf der horizontalen Achse fest, von links nach rechts lesend bei Benutzung der kraftigen Linien, von rechts nach links lesend bei Benutzung der dünnen Linien.
3. Man lese senkrecht bis zur Linie des Restwertsatzes hoch und schätze den Punkt, wenn der Satz zwischen die Kurven fällt.
4. Man lese horizontal auf die Prozentachse und lese den Prozentsatz ab. Dieser ist der Kapitalverzehr des nächsten Jahres in Prozenten vom Anschaffungswert.



TAX ADJUSTMENT FACTORS FOR MAPI CHART NO. 2

(Multiply the appropriate factor by the number of points by which the assumed tax rate deviates from 50 percent. Subtract the product from the chart reading if the deviation is positive; add if it is negative.)

Service Life (Years)	Tax Depreciation: Sum-of-Digits or Double-Rate Declining-Balance					Tax Depreciation: Straight-Line						
	Terminal Salvage Ratio (Percent)					Terminal Salvage Ratio (Percent)						
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50
5	.2924	.2506	.2156	.1838	.1544	.1268	.2786	.2382	.2046	.1742	.1462	.1198
6	.2530	.2110	.1835	.1567	.1327	.1073	.2406	.2000	.1710	.1458	.1252	.1015
7	.2194	.1876	.1606	.1376	.1156	.0952	.2044	.1740	.1492	.1270	.1066	.0878
8	.1956	.1662	.1430	.1228	.1042	.0847	.1805	.1545	.1320	.1115	.0953	.0779
9	.1763	.1513	.1298	.1112	.0938	.0772	.1614	.1375	.1175	.1002	.0851	.0696
10	.1612	.1378	.1188	.1018	.0862	.0712	.1454	.1236	.1062	.0908	.0766	.0634
11	.1494	.1268	.1100	.0944	.0797	.0663	.1318	.1135	.0980	.0836	.0701	.0582
12	.1392	.1180	.1025	.0878	.0744	.0623	.1208	.1045	.0903	.0774	.0652	.0540
13	.1296	.1097	.0961	.0825	.0698	.0585	.1119	.0966	.0836	.0718	.0605	.0504
14	.1210	.1030	.0903	.0778	.0657	.0552	.1042	.0893	.0778	.0669	.0564	.0472
15	.1132	.0976	.0848	.0732	.0624	.0524	.0974	.0832	.0722	.0622	.0528	.0444
16	.1078	.0925	.0808	.0699	.0593	.0500	.0915	.0785	.0683	.0585	.0500	.0421
17	.1025	.0881	.0770	.0668	.0567	.0478	.0863	.0740	.0645	.0553	.0473	.0401
18	.0975	.0839	.0735	.0639	.0542	.0460	.0815	.0699	.0608	.0525	.0449	.0382
19	.0928	.0802	.0702	.0612	.0520	.0443	.0772	.0662	.0577	.0500	.0428	.0364
20	.0886	.0768	.0672	.0586	.0500	.0426	.0730	.0630	.0548	.0478	.0410	.0348
21	.0851	.0738	.0648	.0562	.0482	.0411	.0690	.0600	.0523	.0458	.0393	.0335
22	.0818	.0711	.0626	.0541	.0467	.0397	.0660	.0572	.0500	.0439	.0377	.0322
23	.0788	.0685	.0600	.0522	.0454	.0384	.0633	.0546	.0480	.0421	.0363	.0311
24	.0759	.0663	.0582	.0508	.0441	.0373	.0607	.0526	.0462	.0405	.0351	.0300
25	.0732	.0642	.0566	.0496	.0430	.0364	.0582	.0508	.0446	.0390	.0340	.0290
30	.0632	.0559	.0492	.0440	.0378	.0324	.0490	.0423	.0377	.0331	.0290	.0249
35	.0558	.0496	.0440	.0390	.0340	.0294	.0420	.0372	.0332	.0294	.0258	.0224
40	.0502	.0445	.0398	.0350	.0312	.0267	.0380	.0332	.0298	.0262	.0234	.0203

MAPI CHART No. 3

Variante B Benutzungshinweise

1. Die stark ausgezogenen Linien sind bei digitaler oder degressiver Abschreibung, die leicht ausgezogenen Linien bei linearer Abschreibung zu benutzen.
2. Man stelle die Nutzungsdauer auf der horizontalen Achse fest, von links nach rechts lesend bei Benutzung der kraftigen Linien, von rechts nach links lesend bei Benutzung der dünnen Linien.
3. Man lote senkrecht bis zur Linie des Restwertsatzes hoch und schätze den Punkt, wenn der Satz zwischen die Kurven fällt.
4. Man lote horizontal auf die Prozentachse und lese den Prozentsatz ab. Dieser ist der Kapitalverzehr des nächsten Jahres in Prozenten vom Anschaffungswert.

SALVAGE RATIO
(Percent)

SALVAGE RATIO
(Percent)

TAX ADJUSTMENT FACTORS FOR MAPI CHART NO. 3

(Multiply the appropriate factor by the number of points by which the assumed tax rate deviates from 50 percent. Subtract the product from the chart reading if the deviation is positive, add if it is negative.)

Service Life (Years)	Tax Depreciation: Sum-of-Digits or Double-Rate Declining-Balance					Tax Depreciation: Straight-Line						
	Terminal Salvage Ratio (Percent)					Terminal Salvage Ratio (Percent)						
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50
5	.4058	.3330	.2772	.2292	.1868	.1490	.3866	.3158	.2618	.2158	.1754	.1394
6	.3490	.2850	.2415	.1975	.1605	.1293	.3290	.2705	.2255	.1850	.1468	.1177
7	.3088	.2520	.2094	.1732	.1416	.1134	.2876	.2328	.1924	.1584	.1288	.1028
8	.2770	.2257	.1878	.1543	.1268	.1018	.2583	.2058	.1708	.1385	.1150	.0913
9	.2490	.2033	.1694	.1402	.1150	.0927	.2310	.1837	.1520	.1240	.1026	.0814
10	.2270	.1854	.1546	.1286	.1056	.0850	.2094	.1654	.1366	.1128	.0922	.0740
11	.2075	.1710	.1426	.1187	.0978	.0790	.1900	.1505	.1243	.1025	.0849	.0676
12	.1908	.1592	.1330	.1107	.0913	.0743	.1737	.1390	.1140	.0947	.0781	.0627
13	.1763	.1480	.1242	.1036	.0859	.0698	.1593	.1277	.1055	.0879	.0728	.0583
14	.1657	.1385	.1165	.0971	.0808	.0659	.1460	.1183	.0979	.0818	.0677	.0545
15	.1556	.1298	.1092	.0918	.0762	.0624	.1352	.1098	.0914	.0764	.0628	.0512
16	.1464	.1226	.1035	.0869	.0720	.0590	.1258	.1030	.0857	.0721	.0592	.0482
17	.1392	.1160	.0982	.0822	.0688	.0565	.1179	.0969	.0805	.0681	.0557	.0456
18	.1326	.1104	.0932	.0788	.0659	.0542	.1108	.0914	.0761	.0643	.0528	.0434
19	.1263	.1053	.0890	.0755	.0632	.0521	.1050	.0863	.0720	.0608	.0503	.0413
20	.1208	.1006	.0854	.0724	.0608	.0502	.0994	.0814	.0684	.0574	.0480	.0394
21	.1154	.0961	.0819	.0696	.0586	.0485	.0940	.0776	.0650	.0545	.0458	.0377
22	.1105	.0921	.0787	.0670	.0566	.0469	.0890	.0739	.0618	.0520	.0437	.0363
23	.1060	.0887	.0757	.0646	.0547	.0455	.0846	.0703	.0591	.0498	.0417	.0350
24	.1020	.0855	.0729	.0623	.0529	.0441	.0808	.0672	.0566	.0480	.0402	.0338
25	.0982	.0826	.0708	.0606	.0512	.0428	.0778	.0642	.0546	.0464	.0390	.0326
30	.0837	.0713	.0605	.0519	.0442	.0376	.0618	.0522	.0457	.0392	.0335	.0275
35	.0718	.0616	.0536	.0464	.0400	.0338	.0506	.0454	.0392	.0338	.0290	.0246
40	.0630	.0555	.0482	.0425	.0368	.0307	.0445	.0403	.0348	.0301	.0258	.0225

Lebenslauf

Am 29. Mai 1931 wurde ich als Tochter des kaufmännischen Angestellten Hermann Wehmeyer in Gelsenkirchen geboren. Ich besuchte die Grundschule und die Oberschule für Mädchen in Gelsenkirchen und bestand Ostern 1951 mein Abitur. Anschließend war ich drei Jahre im Hauptlaboratorium der Rheinelbe Bergbau AG beschäftigt. Während dieser Zeit legte ich im Herbst 1953 meine Gesellenprüfung als Laborantin mit dem Prädikat Gut ab.

Im Sommersemester 1954 begann ich an der Universität Köln mein Studium. Dort bestand ich auch am 23. Juni 1954 mein Examen als Diplomkaufmann mit der Note Gut. Dann setzte ich an der Universität München mein Studium fort und promovierte am 13. Juli 1960.

Seit dem 1. März 1960 bin ich bei der Internationalen Büro-Maschinen-Gesellschaft beschäftigt.

